



**UNIVERSIDAD
ANDRÉS BELLO**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ASIGNATURA DE ENDODONCIA**

**“EVALUACIÓN IN VITRO DE LA
CENTRICIDAD, TRANSPORTACIÓN Y
DESGASTE DENTINARIO DE LOS
SISTEMAS ROTATORIOS
GENTLEFILE® Y PROTAPER NEXT®”**

Trabajo de Investigación para optar al Título de Cirujano-Dentista

Alumnos:
Licenciado Sebastián León T.
Licenciado Sebastián Muñoz R.

Tutor Principal:
Dr. Luis Moya C.

Tutor Asociado:
Dr. Fernando Peña B.

VIÑA DEL MAR – CHILE

DICIEMBRE– 2016

Agradecimientos

Dedicado a mis padres, hermana y familia, quienes siempre estuvieron en este largo camino dándome siempre el apoyo y ánimo para seguir adelante entregándome su amor incondicional en todo momento. A Catalina quién siempre estuvo a mi lado subiéndome el ánimo, sacándome de la rutina y reforzando mi lado positivo. A mis amigos y amigas quienes siempre estuvieron en las buenas y en las malas, apoyándome siempre en lo personal y lo académico. A Sebastián mi compañero de tesis, quien estuvo al lado todo el tiempo en esas largas tardes de trabajo con todo el ánimo y humor para que fueran días agradables, pero por sobre todo ser uno de los mejores amigos, siendo un pilar fundamental en esta etapa y cuya amistad seguirá siempre siendo igual.

Finalmente agradecer a mi tutor Fernando Peña por el interés demostrado hacia nosotros, la paciencia, dedicación y por sobre todas las cosas la simpatía y el buen trato que demostraron más que ser un docente ser un excelente amigo.

Sebastián León

Este trabajo, el cual marca casi el final de esta larga carrera se lo dedico en primer lugar a mis padres quienes me apoyaron durante todo este proceso creyendo y confiando ciegamente en mí, claramente sin ellos nada de esto podría haber sido posible, siendo el pilar inicial y fundamental para mi formación como profesional. A mis hermanos que cada uno a su manera supo acompañar y dar fortaleza, Sergio siendo mi eterno ángel el cual me acompañó en cada momento y Mauricio mi gran modelo de vida que siempre tuvo la palabra de apoyo, un consejo o simplemente esa cable a tierra que muchas veces no quería escuchar. Denisse, mi polola, quien además fue mi leal compañera en largos periodos de estudios y de idiotez, gracias por sopórtame y tener la paciencia suficiente, sin ti todo habría sido aún más difícil. Mi compañero, partner y gran amigo Sebastian León que juntos logramos realizar este arduo trabajo, nadie mejor podría haber elegido, fueron momentos cansadores, de risas, de enojos y de anécdotas que en varios años más nos sacaran más de una risa. Agradecer también a cada uno de los grandes amigos que genere durante todos estos años, cada uno de ellos sabrá inmediatamente al leer de quien hablo, desde el comienzo fueron un gran apoyo y junto a sus familias supieron hacerme sentir como en casa. No puedo dejar de nombrar a Fernando Peña tutor de esta tesis y muy buen amigo que sin su ayuda, dedicación, presión y gran estrés el resultado de este trabajo no habría sido el mismo.

Finalmente agradecer a Dios por permitirme vivir esta fantástica experiencia y acompañarme en este recorrido.

Sebastián Muñoz

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.	3
1. FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS DE LA ENDODONCIA.	3
2- ANATOMÍA ENDODÓNTICA.	4
2.1- <i>Cámara pulpar.</i>	6
2.2- <i>Anatomía del conducto radicular:</i>	7
2.3- <i>Anatomía apical:</i>	9
4- PREPARACIÓN BIOMECÁNICA.....	13
5.1 <i>Errores durante la PBM:</i>	18
6- SISTEMA ROTARIO PROTAPER NEXT®.....	21
7- SISTEMA ROTARIO GENTLEFILE®	24
III. HIPÓTESIS DE TRABAJO:.....	28
1. OBJETIVOS:	28
1.1. <i>Objetivo General:</i>	28
1.2. <i>Objetivos específicos:</i>	28
IV. MATERIALES Y MÉTODOS:.....	29
1. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	29
2. UNIVERSO.....	29
3. MUESTRA.....	29
4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:	30
5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:	31

6. VARIABLES:.....	31
7. PREPARACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	34
8. SECUENCIA Y PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN:.....	39
9. PREPARACIÓN PARA MEDIR TRANSPORTACIÓN Y CENTRICIDAD	44
V. ANÁLISIS DE DATOS:	51
VI. RESULTADOS:.....	52
VII. DISCUSIÓN:	74
VIII. CONCLUSIONES:	81
IX. SUGERENCIAS:	82
X. BIBLIOGRAFÍA.....	83

I. Introducción

Desde fines de la década de los 80 hasta la actualidad ha habido un constante desarrollo de la endodoncia produciendo grandes cambios en el instrumental, materiales y técnicas, siendo la preparación biomecánica la etapa más importante para el éxito del tratamiento ⁽¹⁾. describe que el éxito del tratamiento endodóntico fluctúa entre un 84 y 95% en dientes vitales. En el caso de dientes desvitalizados describe un éxito de tratamiento que varía entre 68-85%; dichos éxitos dependerán de múltiples factores tales como el diagnóstico pulpar, la experiencia del odontólogo, la anatomía interna, la desinfección de los conductos radiculares, diagnóstico preoperatorio, obturación y sellado coronario entre otros ⁽²⁾.

Sin duda uno de los grandes avances en esta área ha sido la introducción de la aleación níquel-titanio (Niti) para fabricar inicialmente instrumentos manuales y luego rotatorios. Respecto a estos últimos se ha logrado fabricar instrumento con taper aumentado, logrando conseguir una conformación idónea, utilizando una menor cantidad de instrumentos, en un corto periodo de tiempo y sin la necesidad de grandes habilidades por parte del operador ⁽³⁾.

Es por todo esto que el propósito del tema de investigación es evaluar la transportación, centricidad y desgaste dentinario del sistema rotario *Gentlefile®* recientemente introducido al mercado, el cual trae como gran novedad la confección de sus limas a partir de acero inoxidable, con respecto al sistema rotatorio *ProTaper Next®* el cual posee instrumentos fabricados a partir de la aleación *M-wire* un nuevo tipo de aleación níquel titanio, que ofrece mejores características que los instrumentos Niti convencionales.

II. Marco teórico.

1. Fundamentos biológicos de la endodoncia.

Debido a diferentes factores etiológicos, la pulpa, puede sufrir alteraciones que pueden generar cambios reversibles o irreversibles, donde el odontólogo debe tomar la decisión del tratamiento a realizar ⁽⁴⁾. El tratamiento endodóntico es la alternativa conservadora en los casos donde existen procesos irreversibles.

El tratamiento endodóntico consiste en la eliminación del tejido pulpar y/o microorganismos y sus toxinas, donde podemos diferenciar:

- Biopulpectomía.
- Necropulpectomia.

Biopulpectomía es la remoción del tejido pulpar vital pero afectado irreversiblemente. Como agente causal podemos encontrar principalmente bacterias y sus productos, aunque también puede verse afectado por factores físicos o químicos. También puede existir la necesidad de la eliminación del tejido pulpar sin la existencia de una patología pulpar y, esto se debe a la necesidad proveniente de otras especialidades odontológicas ⁽⁵⁾.

Cuando hablamos de necropulpectomía nos referimos a la remoción del tejido pulpar no vital. La causa principal de este estado pulpar son los

microorganismos que pueden afectar a la pulpa mediante diferentes vías, siendo las principales caries y fracturas dentarias.

Teniendo en consideración todo lo anterior es necesario la eliminación completa de los microorganismos y sus productos, siempre teniendo en cuenta que en un porcentaje importante corresponden a una infección polimicrobiana con predominio anaerobios ⁽⁶⁾. Es por esto que una adecuada limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares es esencial para lograr los objetivos biológicos y mecánicos del tratamiento endodóntico, permitiendo la completa eliminación del tejido pulpar y especies bacterianas ⁽⁵⁾.

2- Anatomía endodóntica.

Se define como sistema de conductos radiculares al espacio intra-dentinario que contiene al tejido pulpar. Este espacio sufre modificaciones en sus dimensiones a través del tiempo debido a diferentes factores, donde encontramos envejecimiento fisiológico, patologías, oclusión; entre otros. El sistema de conductos está dividido en dos porciones: (Figura 1)

-Cámara pulpar: localizada en la corona anatómica del diente.

-Conducto(s) radicular(es):

localizado en la raíz anatómica.

Además, podemos encontrar otras características morfológicas dentro de las que se incluyen: cuernos pulpaes, conductos accesorios, laterales y de furcación; deltas apicales y forámenes apicales. El conducto radicular comienza como un orificio, en la línea cervical y termina en el foramen apical. La

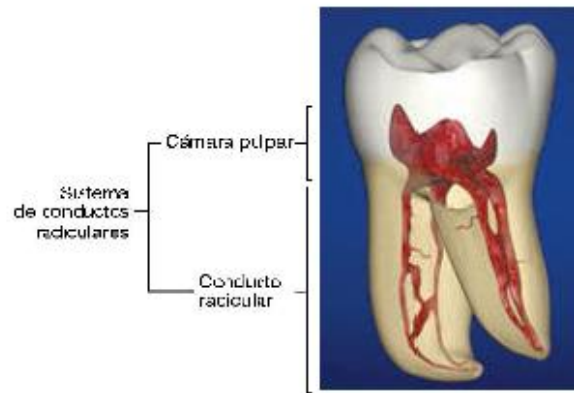


Figura 1. Sistema de conductos radiculares. Cohen S, Hargreaves K. Cohen vías de la pulpa. Barcelona: Elsevier; 2011.

mayoría de los conductos presentan cierto grado de curvatura a expensas de la curvatura radicular. Dicha curvatura puede ser gradual a través de todo el conducto, o presentarse en zonas específicas de este.

Los conductos accesorios, son conductos muy pequeños que pueden presentar diferentes direcciones desde la pulpa hacia el periodonto. La mayoría se encuentran en el tercio cervical (74%), seguido por el tercio apical (15%) y medio (11%). Presentan vasos sanguíneos y tejido conectivo por lo que pueden ser una potencial vía para el desarrollo de patologías ⁽⁷⁾.

2.1- Cámara pulpar.

Es una cavidad única y céntrica, que tiene semejanza en forma y dirección con la corona del diente que la va a alojar. Dependiendo del grado de maduración del diente, la cámara ocupará mayor o menor volumen de la corona clínica ⁽⁶⁾.

El piso cameral de dientes posteriores, es una superficie perlescente y brillante, en donde se encontrarán los orificios de entrada a los conductos radiculares. Actualmente existen algunas reglas que nos ayudan a encontrar o buscar de mejor forma estos orificios en dientes posteriores: ⁽⁸⁾

- Ley de simetría 1: los orificios de los conductos son equidistantes desde una línea trazada mesio-distal (MD) a través del piso cameral, excepto en los molares maxilares.
- Ley de simetría 2: Los orificios de los conductos se unen por una línea perpendicular a una traza en sentido MD a través del piso cameral, excepto en molares maxilares.
- Ley de cambio de color: El piso cameral es más oscuro que las paredes de está.

Al examen del piso cameral se debe tener presente que se puede encontrar algunos indicios sobre la localización de los orificios de entrada a los

conductos, siendo importante destacar que si solo existe un conducto este suele estar en el centro de la cámara pulpar ⁽⁹⁾.

2.2- Anatomía del conducto radicular:

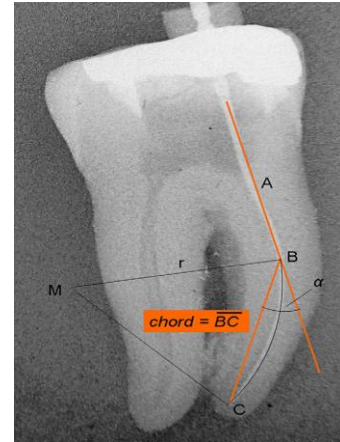
Es de conocimiento que la raíz con un conducto cónico y un solo foramen es la excepción a la regla. Habitualmente se observan múltiples forámenes, conductos laterales, deltas, conexiones entre conductos, asas y conductos laterales ⁽¹⁰⁾.

El sistema de conductos se puede ramificar, dividir y volver a juntar. Por esto, varias son las clasificaciones propuestas por diferentes autores, siendo las dos más utilizadas las de *Weine* y la de *Vertucci* que se pueden ver en anexo 1 y 2 ^{(10) (11)}.

Al observarse dos conductos que se encuentran uno más cerca del otro existen la posibilidad que en algún punto del trayecto se unan. A medida que aumenta la distancia entre los conductos es mayor la probabilidad que se mantengan separados.

2.2.1 curvaturas radiculares:

Un aspecto importante que se debe considerar cuando hablamos de anatomía del conducto radicular, son las curvaturas que este puede presentar durante su trayecto. Si no son consideradas pueden tener como resultado la transportación de la zona exterior de la curva producto de la tendencia



del instrumento al volver a su forma inicial. Debemos considerar que la mayoría de los conductos se curvan no solo en una, sino en varias porciones y en

Figura 2: Determinación de curvatura radicular con formula de Schneider. Bürklein Schäfer E. Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. Endodontic Topics. 2013;29(1):110-124.

diferentes planos, lo que complica aún más su tratamiento. En general, cuanto más severa sean las curvaturas y más corto su radio es más difícil su instrumentación ⁽¹²⁾.

Varios métodos han sido descritos para determinar la curvatura del conducto; siendo el más utilizado la técnica de *Schneider* (Figura 2). Para lograr esto, se traza una línea paralela a lo largo del eje del conducto del tercio coronal, una segunda línea paralela es trazada desde el foramen apical a un punto donde se une con la primera (inicio de la curvatura). El ángulo resultante es el que se medirá ⁽¹³⁾.

Clasificación:

- Conducto recto: 0° - 9° .
- Curvatura moderada: 10° - 24° .
- Curvatura severa: 25° - 70° .

2.3- Anatomía apical:

El concepto de anatomía apical se basa en diferentes elementos anatómicos e histológicos presentes en esta zona: ⁽¹⁰⁾

2.3.1- Ápice: corresponde el vértice o punta anatómica de la raíz, su ubicación va estar relacionada con el grado de curvatura ⁽⁸⁾.

2.3.2- Foramen Apical (FA): es el orificio final del tercio apical de la raíz, que diferencia el término del conducto cementario con la

superficie exterior de la raíz. El cual no debe ser confundido con el ápice anatómico ⁽¹⁴⁾, ya que tenderá a localizarse entre 0.3 mm. a 5 mm. de este

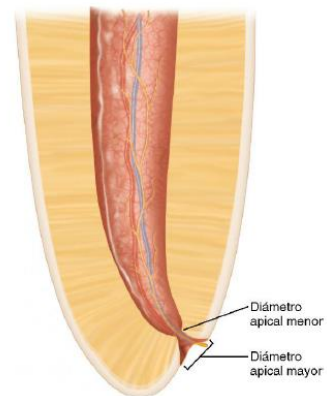


Figura 3: Se observa el diámetro apical mayor o foramen apical el cual casi nunca coincide con el ápice anatómico. Constricción apical el cual representa la parte del conducto con menor diámetro. Cohen S Hargreaves K. Cohen vías de la pulpa. Barcelona: Elsevier; 2011.

(Figura 3) ⁽⁸⁾. Según *Kuttler* en 1955 indico que en el 68% de los casos, no existía relación entre ápice y FA, a su vez J.G. *Burch* y S. *Hulen* encontraron valores de discrepancia de hasta un 92.4% dependiendo del diente examinado ⁽¹⁴⁾. Por el contrario, otros estudios han logrado demostrar una coincidencia de estos dos elementos entre 17% y el 46% ⁽⁸⁾, *Mizutani y cols.* hablan de una coincidencia del 16.7% en los incisivos centrales y caninos superiores, mientras que un 6.7% en incisivos laterales superiores ⁽¹⁴⁾.

El diámetro del FA según *Kuttler*, es en promedio de diámetro de 502 um. en jóvenes y 681um en adultos. Este aumento de diámetro con la edad se explica por continua aposición de cemento ⁽¹⁴⁾.

La presencia de un solo foramen no es indicativo de la presencia de un solo conducto, ya que puede existir más un conducto que termine en el mismo foramen. Al contrario, la presencia de dos o más foraminas pueden indicar la presencia de dos más conductos, uno que se separa en dos o un delta apical ⁽¹⁵⁾.

2.3.2.1- Foraminas accesorias: reciben este nombre todos los forámenes adicionales al foramen apical, que van a derivar de ramificaciones del conducto principal o conductos laterales.

Tienen un diámetro menor (entre la mitad y dos veces el tamaño) o igual al FA ⁽¹⁴⁾.

2.3.2.2- Delta apical: constituye varias ramificaciones de un conducto principal, las cuales terminan en múltiples foraminas ⁽¹⁴⁾.

2.3.3- Conducto cementario: ubicado entre 0.5 mm. a 3 mm. de la extremidad final del foramen apical, se encuentra ubicado entre la CA hasta el FA. Este conducto se va ensanchando a medida que avanza desde coronal hacia apical, adquiriendo una forma de embudo, con un diámetro mayor hacia el foramen apical. La longitud promedio es de 525 um. en pacientes jóvenes y 659 um. en pacientes más adultos ⁽¹⁰⁾ ⁽¹⁴⁾.

2.3.4- Constricción apical (CA): es considerada la parte del conducto con menor diámetro. *Kuttler* describe que la constricción mide 224 um. en jóvenes y 210 um. en adultos ⁽¹⁴⁾. Está localizada entre 0.5mm y 1.5 mm. del FA. ⁽¹⁰⁾. Su ubicación no es constante por lo cual *Dummer* describe la existencia de cuatro tipos: ⁽¹⁴⁾

- Constricción tradicional o sencilla.
- Constricción con la porción más estrecha cerca del ápice.
- Tipo multi constricción.
- Constricción es seguida de una porción estrecha y paralela al conducto.

Este elemento anatómico se utiliza como punto de referencia para la terminación apical del tratamiento endodóntico. Si esta zona es traspasada

durante el proceso de obturación se compromete la cicatrización por lo que el pronóstico del tratamiento puede verse alterado, pudiendo generar además molestias post-operatorias ⁽¹⁰⁾ ⁽¹⁴⁾.

2.3.5- Unión cemento-dentina:

UCD es la zona del conducto donde termina el conducto dentinario y comienza el conducto cementario. Su localización es variable y generalmente no se encuentra en la misma zona que la CA, sino que a 1 mm. de FA aproximadamente ⁽¹⁰⁾.

2.3.6- Divisiones del conducto radicular:

Hess examinó con microscopio óptico más de 50 cortes de dientes, encontrando diferentes divisiones del conducto (anexo 2) a nivel apical con morfología y disposición diferente ⁽¹⁴⁾.

También se ha demostrado la presencia de conductos laterales en áreas de bifurcación con una incidencia de un 59% en molares.

Kuttler con respecto a esto propuso una nomenclatura en donde tenemos un conducto principal y sus posibles terminaciones que se encuentran en el anexo 2 ⁽⁸⁾.

Con respecto a las diferentes divisiones del conducto radicular es muy discutido en donde debe finalizar el tratamiento endodóntico, considerándose muchas veces si la existencia de la CA es teórica o real. Debido a la dificultad de determinar clínicamente la presencia de esta CA, es como algunos autores han argumentado que el ápice radiográfico es más fiable ⁽¹⁶⁾.

Dicho tratamiento va a depender en parte de la anatomía de los conductos radiculares, las dimensiones de las paredes y el tamaño final de los instrumentos de conformación. Entonces, el conocimiento de la anatomía radicular junto a otros aspectos clínicos, son de suma importancia para lograr los mejores resultados durante el tratamiento endodóntico ⁽⁷⁾.

4- Preparación biomecánica

Es la etapa de **limpieza** y **conformación** del sistema de conductos radiculares, mediante la instrumentación asociados a irrigantes. Al finalizar la preparación, se debe obtener un conducto con conicidad uniforme y con un tope apical, que permita un sellado hermético al momento de la obturación.

Los objetivos de esta preparación son:

- Eliminar todo tejido intra conducto ya sea de origen pulpar, bacteriano y detritus del sistema de conductos radiculares.

- Proporcionar acceso a las soluciones de irrigación y desinfección hasta la zona apical.
- Crear espacio para la colocación de medicamentos y posteriores materiales de obturación.

Por otro lado, cuando hablamos de solución irrigante ideal, esta debe ser biocompatible, capaz de desinfectar el sistema de conductos radiculares, disolver tejidos, lubricar y remover el barro dentinario ⁽¹⁷⁾. Dentro de las soluciones irrigantes más utilizadas encontramos el Hipoclorito de Sodio, EDTA, Clorhexidina, Suero Fisiológico (Cloruro de Sodio⁹, MTAD y Ácido Cítrico. *Dutner y cols.* concluye que el hipoclorito de sodio es el agente primario como solución irrigadora más utilizada rutinariamente durante el tratamiento endodóntico (91%) ⁽¹⁸⁾.

Al conformar el conducto radicular se debe contemplar la obtención de condiciones morfológicas y dimensionales del conducto. La cual consta de 5 principios mecánicos: ⁽¹⁹⁾

1. Realizar un acceso adecuado.
2. Conformación del conducto cuya conicidad debe adecuarse a la estructura radicular externa.
3. Preparación cónica convergente hacia el ápice.

4. Confirmar la luz del foramen, preservando la anatomía apical.

5. Adecuada conformación apical.

Varias son las clasificaciones del instrumental y técnicas de instrumentación para la conformación del conducto radicular descritas en la literatura. Sin embargo, independiente de la técnica a utilizar es un prerequisite esencial una correcta cavidad de acceso antes de cualquier preparación del conducto.

A continuación, se muestra la clasificación de los instrumentos utilizados para limpiar y conformar el espacio del conducto radicular: ⁽¹⁰⁾

- Grupo I: Instrumentos activados manualmente, como escariadores, extirpadores, y limas tipo K y H.
- Grupo II: Instrumentos de baja velocidad con una conexión tipo pestillo como fresas Gates Glidden, fresas tipo Peeso.
- Grupo III: Instrumentos rotatorios de níquel titanio accionados por motor.
- Grupo IV: Instrumentos accionados por motor que se adaptan trimedionalmente a la forma de conducto radicular.
- Grupo V: Instrumentos reciprocantes activados por motor.
- Grupo VI: Instrumentos ultrasónicos.

Otra clasificación sugiere dividir el material en instrumental manual básico (escariadores, extirpadores, Limas k y H) e instrumental rotario según generación (Primera, Segunda, Tercera, Cuarta y Quinta) de acuerdo a su año de aparición y características mecánicas de cada sistema ⁽²⁰⁾.

En cuanto a las técnicas de instrumentación las podemos clasificar en:

Manual

- Técnica estandarizada.
- Técnica de Step-back.
- Técnica de Step-Down.
- Técnica Corono apical.
- Técnica de las fuerzas equilibradas.

Rotatoria

- Sistema rotatorio continuo.
- Sistema reciprocante.

Es importante mencionar que no existe técnica de preparación que garantice el éxito terapéutico para una conformación adecuada de los conductos ni tampoco instrumental que lo haga, si no que debemos enfocarnos en los principios básicos que benefician nuestro pronóstico para llegar al éxito.

Luego que el sistema de conductos radiculares haya sido totalmente limpiado, desinfectado y conformado se debe obturar para permitir el correcto

proceso de reparación de los tejidos periapicales y evitar la recolonización bacteriana ⁽³⁾. Gutapercha, cementos selladores y otros materiales biocompatibles son los materiales utilizados en la obturación de los conductos radiculares. Estos materiales pueden ser utilizados con diferentes técnicas, siendo la más utilizada actualmente la técnica de condensación lateral, en combinación con un cemento sellador ^{(21) (22)}.

5- Errores durante el tratamiento endodóntico

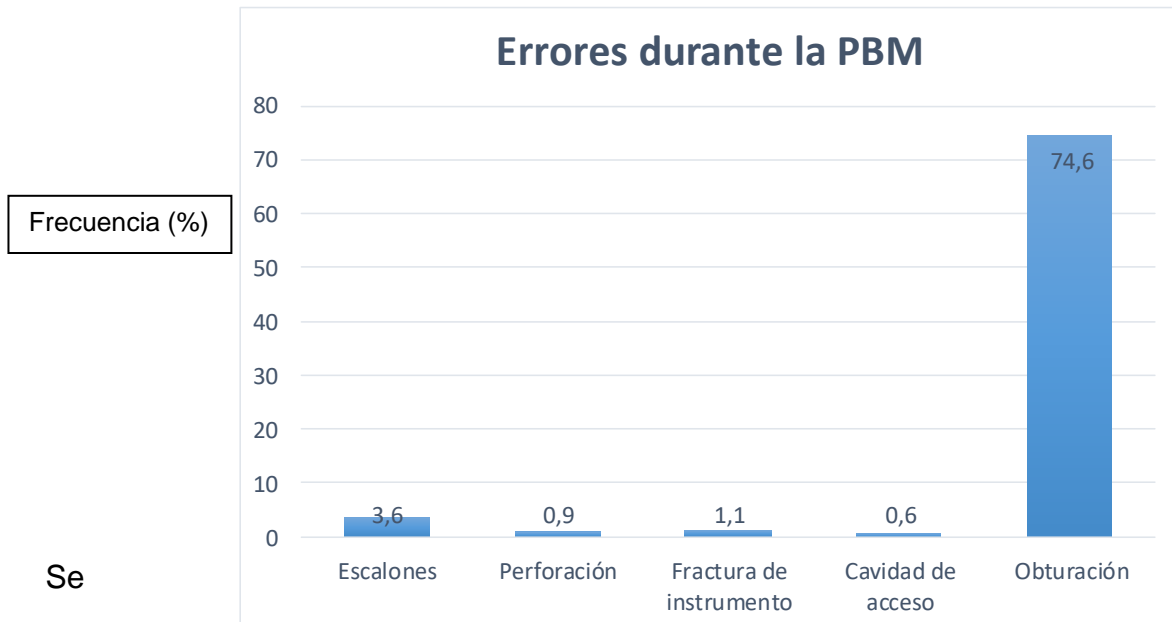
Durante el tratamiento endodóntico pueden presentarse diferentes tipos de complicaciones, las cuales pueden ser causadas por el operador o condiciones propias del diente a tratar. Además, pueden verse influenciados por el instrumental que se está utilizando.

Haji-Hassani y cols. se refiere a la frecuencia y tipos de errores durante el tratamiento de conducto radicular. Los errores se clasificaron principalmente en: ⁽²³⁾

- Errores durante la cavidad de acceso.
- Errores durante la limpieza y preparación.
- Errores durante la obturación.

El detalle de los errores durante la PBM encontrados dentro del estudio de *Haji-Hassani y cols.* se presentan en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 1:



Se

concluyó

que del total de tratamientos realizados el 66% presentó algún tipo de error, mientras que el 34% no presentó error ⁽²³⁾.

5.1 Errores y accidentes durante la PBM: Dentro de los errores encontrados durante la limpieza y conformación del conducto radicular podemos encontrar: ⁽²³⁾

- Escalones.
- Transportación.
- Perforación de furca.
- Fractura de instrumentos

- Perforación apical.
- Sobre-instrumentación
- Desgaste dentinario

Uno de los errores más comunes que se comete durante la instrumentación es la transportación ⁽²⁴⁾, la cual se define como la remoción excesiva de dentina de forma irregular de alguna de las paredes del canal desplazándolo de su posición original y modificando su geometría natural ⁽²⁵⁾. En la literatura podemos encontrar estudios de diferentes autores en los cuales expresan la frecuencia de ocurrencia de transportación según sus observaciones, los cuales se expresan en la tabla N°1: ^(26, 27,28)

Tabla N°1:

Autor	Frecuencia de Transportación
<i>Tafur y cols. (2014)</i>	16.4%
<i>Hernández y cols. (2010)</i>	15.9%
<i>Kfirt y cols. (2004)</i>	24%
<i>Cimis y cols. (1988)</i>	46%
<i>Waqas y cols. (2008)</i>	0.6% rotatorio y 1.2% manual

Junto a la transportación, otro fenómeno que debe ser evaluado es la capacidad del instrumento de mantenerse centrado dentro del conducto

radicular durante la preparación, ya que, si se pierde esta característica, se producirá la deformación del conducto lo que podría relacionarse posteriormente con un incorrecto ajuste y obturación del conducto.

La fractura de los instrumentos es un accidente que puede generarse durante la preparación biomecánica. Principalmente si comparamos las aleaciones de acero inoxidable y níquel-titanio se puede concluir que esta última presenta una mayor flexibilidad y mayor resistencia a la fractura torsional ⁽²⁹⁾. De todas formas, los instrumentos rotatorios de níquel-titanio pueden sufrir fractura durante la instrumentación, asociándolo a torsión o fatiga flexural. La fractura torsional se debe a un bloqueo de la punta del instrumento dentro del conducto mientras la lima continúa en rotación. En cambio, la fatiga flexural se produce cuando es superado el límite elástico de la aleación ejercido por el torque de la pieza de mano, donde la fractura de alguna parte del instrumento se hace inevitable ⁽³⁰⁾.

Al analizar la fractura del instrumento durante la PBM, se encuentran valores de frecuencia del 8% del cual un 5.2% corresponde a instrumental rotatorio ⁽²⁶⁾.

Para evitar la ocurrencia de estos fenómenos es que se trabaja continuamente en el desarrollo de técnicas e instrumentos utilizando la aleación de níquel-titanio en confección de limas. *Chen y Messer* realizaron

una comparación de la capacidad de conformación del conducto comparando limas manuales de acero inoxidable y NITI, concluyendo que las limas de acero inoxidable debido a su rigidez, provocan deformación de la forma natural de conductos curvos provocando trasportación apical, zip o foramen en forma de gota, codos en el tercio medio, ensanchamiento del foramen apical a diferencia de las limas NITI ⁽²⁵⁾.

6- Sistema Rotario ProTaper Next®

Sucesor del sistema *ProTaper Universal®*, fabricado por *Dentsply Mallefer, Ballaigues, Suiza*. *ProTaper Next®* reduce el número de limas a tres en comparación a las 6 utilizadas por su antecesor. Dicho sistema de limas es fabricado a partir de la aleación *M-wire*, la cual corresponde a una nueva aleación de níquel-titanio, modificación de la aleación 508 Nitinol, preparada bajo un proceso térmico especial que le confiere una mayor flexibilidad



Figure 1: ProTaper Next X1 (17/04) instrument



Figure 2: ProTaper Next X2 (25/06) instrument



Figure 3: ProTaper Next X3 (30/07) instrument



Figure 4: ProTaper Next X4 (40/06) instrument



Figure 5: ProTaper Next X5 (50/06) instrument

Fig. 4. Sistema de Limas ProTaper Next®.
ProTaper Next® | Dentsply Maillefer
[Internet]. ProTapernext.com. 2016 [cited
16 June 2016]. Disponible en:
<http://www.ProTapernext.com>

y resistencia a la fatiga cíclica causa principal de la fractura de los instrumentos, en comparación con las limas NiTi convencionales ⁽²¹⁾.

Estudios comparativos demuestran que los instrumentos fabricados a partir de *M-wire* tienen una mayor resistencia a la fatiga cíclica, logrando un aumento de hasta 390% en comparación con el mismo diseño de instrumento, pero fabricado con otras aleaciones níquel titanio ⁽³¹⁾.

Otro estudio comparativo desarrollado por *Elnaghy y cols.* demuestra que *ProTaper Next*® posee mayor resistencia a la fatiga cíclica comparado con *ProTaper Universal*® y *Hyflex CM*®, pero no mayor resistencia en comparación con *TF™ Twisted Files*® ⁽²⁹⁾.

ProTaper posee un conjunto de instrumentos rotarios de conicidad variable, y una sección transversal rectangular descentrada. El sistema incluye un instrumento de conformación y cuatro de terminación, pero la mayoría de los conductos pueden ser conformados por los dos primeros instrumentos. Los instrumentos se encuentran en los largos de 21, 25 y 31 mm ⁽³²⁾. Dicho sistema es distribuido en Chile en blister de 3 Instrumentos surtidos (X1, X2 y X3) o en blisters de 3 instrumentos individuales.

El primer instrumento (X1) con un diámetro en la punta de 0.17 mm y una conicidad de 4%, se utiliza para la conformación mecánica del conducto radicular una vez obtenido la longitud de trabajo. Este instrumento es seguido de X2, con una punta de 0.25 mm y conicidad de 6%, la cual es

considerada como la primera lima de acabado del sistema. X3, X4 y X5 también son instrumentos de acabado siendo las dos últimas limas accesorias que se utilizan en casos especiales ⁽³²⁾.

En cuanto a la cinemática, *ProTaper Next®* posee una sección transversal rectangular excéntrica, lo que produce un movimiento de rotación serpenteante que permite una mejora en la eliminación de residuos y una mejor adaptación en las distintas porciones del conducto; lo que genera que, en un momento dado, la sección transversal de la lima sólo contacte la pared dentinaria en dos puntos ⁽³³⁾.

Al hablar de transportación y centricidad, un estudio realizado por *Escobar y cols.* muestra que *ProTaper Next®* permanece centrado y no genera transportación en ninguno de los tercios del conducto radicular durante la preparación biomecánica de conductos vestibulares de molares superiores con curvaturas moderadas ⁽³⁴⁾.

Al analizar la pérdida y defectos dentinarios tales como microcracks durante la preparación del conducto radicular, se observa que las limas *ProTaper Next®* producen menos desgaste dentinario y menos defectos dentinarios. Así lo demuestra el estudio realizado por *Elnaghy y cols.* que, en cuanto a volumen de dentina removida, al utilizar las limas *ProTaper Next®*, previa utilización de *Proglider*, presenta menor volumen de dentina removida en

comparación con las mismas limas, pero sin realizar *Glide Path* ⁽³⁴⁾. En cuanto a la formación de defectos dentinarios estudios comparativos con otros sistemas rotatorios (*ProTaper Universal*® y *Hero Shaper*®), *ProTaper Next*® produce menos defectos dentinarios (26,7%) seguido por *ProTaper Universal*® (40%) y *Hero Shaper*® (66,67%) ⁽³⁵⁾.

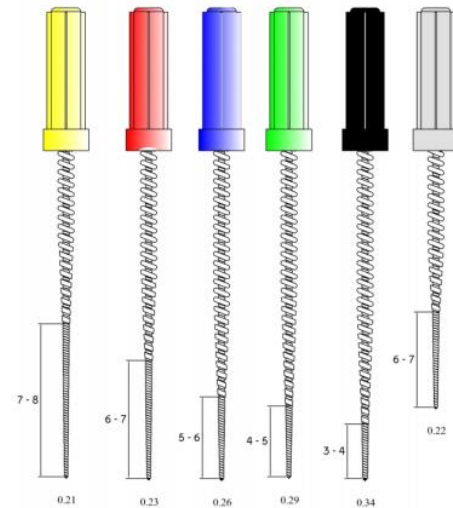
7- Sistema Rotario Gentlefile®

Introducido recientemente al mercado se describe como un sistema con el cual se logra una preparación del conducto rápida y sencilla, permitiendo predecir el tratamiento en la mayoría de los conductos, produciendo un daño mínimo a la estructura dentaria, conservando la anatomía natural del canal radicular, todo esto solo con 2 a 3 instrumentos. Es producido por *MEDIC-NRG (Israel)*. Estas limas son fabricadas de caspas de acero inoxidable, con una superficie rugosa que se consigue mediante la inyección de nano partículas de metal, presenta una punta inactiva la cual es de 0.5mm afilado en 45° ⁽³⁶⁾.

Las secciones apicales de las limas presentan un mayor nivel flexibilidad lo que se ve aumentado mientras más larga y estrecha sea, lo que la favorece en el tratamiento de conductos curvos y estrechos. La sección superior más cercana al vástago presenta una estructura de tres capas permitiendo

generar la fuerza vertical para la progresión y conformación del tercio coronal. La conicidad de la serie de limas varía entre 0.3 y 0.4.

Se comercializan en un set básico el cual es conformado por 4 limas, una para la porción coronal de 20 mm. de longitud (color gris), y las tres restantes de 25 mm. para tratar el tercio medio y apical del conducto. Adicionalmente se ofrecen 2 instrumentos más, también de 25 mm. de



longitud para casos complicados

(36).

Figura 5, Las 6 limas del Sistema Gentlefile®, de 18mm de largo la lima de apertura, y 5 limas de 25 mm de largo para preparación. Gentlefile® - Innovative approach to root canal preparation [Internet]. Gentlefile®. 2016 [cited 5 April 2016]. Disponible en: <http://Gentlefile.com/>.

Estos instrumentos son

activados por una pieza de mano propia del sistema la cual no necesita ajustes de torque y velocidad, es decir se evita tener que seleccionar diferentes parámetros, donde la lima se sujeta por fricción, presenta una velocidad de rotación de 6500 rpm., lo cual es notablemente superior que otros sistemas rotatorios, además dicha velocidad de rotación permite el denominado "efecto centrífugo" que consiste en que la lima se adhiera continuamente a las paredes del conducto radicular, cualquiera sea su forma e incluso dicho efecto permite la limpieza y mejor activación del irrigante en el

conducto removiendo la mayor parte del barro dentinario, además esto ayuda considerablemente a la limpieza de los conductos laterales.

La pieza de mano consta de una batería de litio sin la necesidad de conexión a cables para su funcionamiento ⁽³⁵⁾.

A diferencia de los sistemas Niti manuales y rotatorios, las limas utilizadas en el Sistema *Gentlefile*® desgastan a través de la dentina, por lo que micro cracks no son generados en el proceso de preparación biomecánica. Otra diferencia es el material de confección de dichas limas en base a acero inoxidable el cual le permitiría una mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga según el fabricante.

Un estudio desarrollado por *Moreinos y cols.* que simula conductos radiculares, demuestra que el sistema rotatorio *Gentlefile*® al aplicar fuerzas verticales, medición del tiempo y número de rotaciones para la fractura, concluye que *Gentlefile*® posee propiedades mecánicas superiores a los sistemas rotatorios *ProTaper Next*® y *Revo-S*®, pero que se necesitan estudios clínicos para corroborar los hallazgos ⁽³⁷⁾.

Tabla N°2:

	ProTaper Next®	Gentlefile®
Tipo de Sistema	Rotatorio	Rotatorio
N° de Limas	Tres: X1, X2, X3 *X4 y X5 accesorias	Seis: 0.21, 0.22, 0.23, 0.26, 0.29 y 0.34
Diseño	Excéntrico en el eje de rotación.	Centrado en el eje de rotación.
Longitud	21,25 y 31 mm.	18 y 25 mm.
Sección transversal	Rectangular.	Ovalada.
Centro de Rotación	Excéntrico.	Céntrico.
Tipo de Aleación	Níquel Titanio, <i>M-wire</i>	Acero Inoxidable.
Uso	Limpieza y Conformación.	Limpieza y Conformación.
Velocidad de rotación	300 rpm.	6.500 rpm.

Cuadro resumen de las características entre Sistema Rotatorio Gentlefile® y Sistema Rotatorio ProTaper Next® donde podemos observar la notoria diferencia de velocidad de rotación existente entre los dos sistemas.

III. Hipótesis de trabajo:

La preparación biomecánica realizada con el Sistema Rotatorio *Gentlefile*® posee mayor centricidad, menor transportación y un menor desgaste dentinario que el Sistema Rotatorio *ProTaper Next*®.

1. Objetivos:

1.1. Objetivo General:

- Evaluar dos sistemas de PBM: *Gentlefile*® y *ProTaper Next*® en premolares superiores e inferiores in vitro.

1.2. Objetivos específicos:

- Comparar el desgaste dentinario en gramos de cada sistema de instrumentación.
- Comparar la capacidad de centrado de cada tercio del conducto dentario en milímetros entre los sistemas.
- Comparar la transportación del conducto radicular en milímetros entre los sistemas.

IV. Materiales y métodos:

1. Diseño del estudio.

Estudio experimental *in vitro en paralelo*, que tiene por objetivo comparar la capacidad de desgaste dentinario, centricidad y transportación de los grupos tratados con el Sistema Gentlefile® y Sistema ProTaper Next®.

2. Universo.

Dientes premolares sanos o con lesiones cariosas que no afecten el conducto radicular, obtenidos entre diciembre de 2015 y julio 2016 dentro de los consultorios de la quinta región y de la facultad de odontología de la Universidad Andrés Bello Viña Del Mar, mantenidos en suero fisiológico.

3. Muestra

Noventa y nueve dientes humanos. Con una potencia estadística de 80% y nivel de confianza de 95%, y según los valores de referencia de desviación estándar obtenidos del estudio de *Elnagby y cols.* ⁽³⁴⁾.

La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$n = \frac{2(z_{\alpha} + z_{\beta})^2 s^2}{d^2}$$
$$= \frac{2(1,645 + 0,842)^2 1,71^2}{1,71^2} = 12,37$$

Para realizar el cálculo del tamaño muestral se utilizaron los valores obtenidos por *Elnagby y cols.* ⁽³⁴⁾.

4. Criterios de inclusión:

- Premolares sanos o con lesiones cariosas que no afecten el conducto radicular.
- Formación radicular completa.
- Conductos con curvaturas leve a moderada.
- Conductos permeables.

5. Criterios de exclusión:

- Premolares que presenten lesiones cariosas radiculares.
- Raíces que presenten endorizalasis o exorizalasis.
- Premolares que presenten conductos radiculares atresícos.
- Premolares que presenten fracturas radiculares verticales u horizontales.
- Premolares que presenten tratamiento endodóntico previo.

6. Variables:

Dependientes:

- Centricidad del instrumento dentro del conducto: Cuantitativa, continua.
- Trasportación radicular: Cuantitativa, continua.
- Cantidad de dentina removida en peso (grs): Cuantitativa, continua.

Independientes:

- Tipo de instrumento utilizado para la preparación biomecánica del conducto radicular:
 - Sistema de limas rotatorio *Gentlefile®*.
 - Sistema de limas rotatorio *ProTaper Next®*.
 - Sistema de limas manuales *Nitiflex*.
- Grado de curvatura de los conductos según el método de Schneider.
- Tipo de diente: Premolares.
- Tercios radiculares.

Variables	Definición conceptual	Valores
Cantidad de dentina removida	La masa corresponde a la cantidad de materia que contiene un cuerpo	Entre 0 e infinito.
Variación de la centricidad/transportación	Remoción de estructura dentinaria de las paredes, en la parte externa de la curva, causado por la tendencia de las limas a volver a su forma recta original durante la preparación del conducto; produciendo posibles escalones y perforaciones.	Entre 0 e infinito.

7. Preparación y estandarización de las muestras

Los dientes fueron conservados en suero salino a temperatura ambiente.

Luego fueron desinfectados con

hipoclorito al 2,5%. Para la

selección de la muestra se realizó

una inspección visual para descartar

la presencia de caries que alteren la

anatomía del conducto radicular y la

ausencia del cierre apical.

Posterior a esto, se les seccionó la

corona a nivel del límite amelo cementario en la recortadora de yeso

(Maestra 080082 RH3) obteniendo la porción radicular, que fue utilizada en él

estudio.

Luego se midió la longitud de trabajo que se obtuvo manualmente con lima k

Nº 10 (Dentsply), al observar la punta de la lima salir por el ápice radicular se

le resto 1 mm. a dicha longitud. Para esto se utilizó magnificación por medio

de una lupa operatoria. Una vez realizada la selección y medición de la

longitud de trabajo, los dientes fueron montados en cubos de silicona de 1 x

2,5 cm preparados sobre una matriz preformada, se marcó el cubo de

silicona con un plumón permanente de tal forma de asignar un número a

cada diente ⁽²⁵⁾.

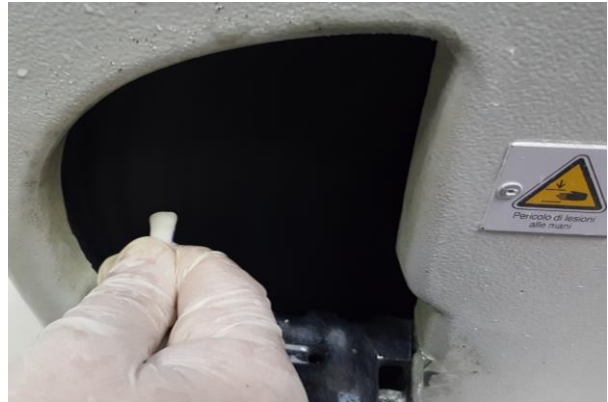


Figura 6, seccionamiento de la corona de premolar en recortadora de yeso.



Figura 7, Diente montado en matriz de silicona y total de muestras acopladas en matriz plástica preformada en sus respectivas matrices de silicona.

Los dientes se almacenaron en un ambiente seco (caja plástica) para que la humedad no alterara el peso de los mismos. Se tomó una imagen previa de las raíces a través de Cone Beam utilizando el equipo Gendex, modelo gx CB 500 powered by I-Cat. Las raíces fueron puestas perpendicular al rayo en sentido vestíbulo-palatino/lingual, al estar montadas en los cubos de silicona se aseguró la misma posición para la toma de imagen previa y posterior a la intervención.



Figura 8, toma de Cone Beam.

Una vez obtenida la imagen previa en Cone Beam, se tomó cada cubo de silicona con su diente respectivo previo a la instrumentación y se pesaron en una balanza analítica de precisión en milésimas de gramos (SHIMADZU AUX 220).



Figura 9, Balanza analítica Shimadzu AUX 200 y pesaje de cubo de silicona con su respectivo diente.

Estos datos se registraron en una Tabla Excel y nuevamente fueron pesados posterior a la instrumentación. Seguido a esto, los cuerpos de muestra fueron separados de forma aleatoria simple mediante el programa Excel en 3 grupos de 33 dientes cada uno nominados de la siguiente forma:

Grupo 1: Instrumentación con limas rotatorias PROTAPER NEXT®.

(Anexo 3)

Grupo 2: instrumentación con limas GENTLEFILE®. (Anexo 4)

Grupo control: Instrumentación con limas manuales NITIFLEX.

Para familiarizarse con ambas técnicas de instrumentación rotatoria y sistemas rotatorio se asistió a los Workshop de cada marca el mes de mayo y junio donde se realizó una sesión de entrenamiento en cubos de acrílico preformados Dentsply. Además, se realizó una calibración entre los operadores instrumentando 4 dientes cada uno, 2 para el Sistema Rotario *Gentlefile®* y 2 para el Sistema Rotario *ProTaper Next®*. Dichos dientes no formaron parte del estudio.



Figura 10, Materiales utilizados para preparación biomecánica.

8. Protocolo de irrigación y secuencia:

El protocolo de irrigación utilizado por diente fue de 2 ml. suero- 2 ml. hipoclorito- 2 ml de suero, el cual se dispuso en jeringas de 10 ml. Dicha secuencia fue utilizada para los tres grupos de trabajo.

- Permeabilización de conducto con lima K N° 15 e irrigación con suero fisiológico.

- Determinación de longitud de trabajo (LT) fue determinada de forma visual con la aparición de la punta de la lima a nivel del ápice a lo que se le resto 1 mm.

Grupo 1:

1. Se monta la lima *ProTaper Next®* en motor x-Smart, a continuación, calibrar el tope de goma a LT correspondiente según cada diente.

2. Instrumentar con lima *ProTaper Next®* X1 en presencia de NaOCl, a lo de largo del conducto, sin forzar el instrumento, irrigando constantemente, hasta alcanzar LT en dos o más movimientos.

3. Recapitular con lima K N° 15 acompañado de suero fisiológico.

4. Irrigar según secuencia.

5. Repetir pasó 1 y 2 para lima *ProTaper Next®* X2
6. Recapitular con lima K N° 15 acompañado de suero fisiológico.
7. Irrigar según secuencia.
8. Repetir pasó 1 y 2 para lima *ProTaper Next®* X3
9. Irrigar según secuencia.



Figura 11, Preparación biomecánica con lima *ProTaper Next®*

GRUPO 2:

1. Se coloca la lima *Gentlefile®* 0.22 en pieza de mano. A continuación, calibrar el tope de goma a LT correspondiente según cada diente.

2. Instrumentar con lima *Gentlefile*® 0.22 en presencia de NaOCl en varios movimientos, para preparar el tercio coronario radicular, sin forzar el instrumento.
3. Recapitular con lima K N° 15 acompañado de suero fisiológico.
4. Irrigar según secuencia.
5. Repetir paso 1 para lima *Gentlefile*® 0.21.
6. Instrumentar con lima *Gentlefile*® 0.21, en presencia de NaOCl, a lo largo del conducto en varios movimientos, sin forzar el instrumento, irrigando constantemente, hasta alcanzar LT.
7. Recapitular con lima K N° 15 acompañado de suero fisiológico.
8. Irrigar según secuencia.
9. Repetir pasó 1 y 6 para lima *Gentlefile*® 0.23.
10. Recapitular con lima K N° 15 acompañado de suero fisiológico.
11. Irrigar según secuencia.
12. Repetir pasó 1 y 6 para lima *Gentlefile*® 0.26
13. Recapitular con lima K N° 15 acompañado de suero fisiológico.
14. Irrigar según secuencia.
15. Repetir pasó 1 y 6 para lima *Gentlefile*® 0.29

16. Recapitular con lima K N° 15 acompañado de suero fisiológico.

17. Irrigar según secuencia.



Figura 12, Preparación biomecánica con lima Gentlefile® 0.23.

Grupo control:

1. Determinar LT en el tercio cervical, dividiendo en tres la longitud radicular del diente.
2. Realizar Crown-Down con lima ProTaper SX en el tercio cervical del conducto radicular, irrigar con NaOCl y suero.
3. Utilizar lima K N° 15, en presencia de NaOCl, instrumentar el conducto con acción de limado sin forzar el instrumento, irrigando constantemente, hasta llegar a LT.

4. Utilizar lima Flexo-file N° 20, en presencia de NaOCl, instrumentar el conducto con acción de limado sin forzar el instrumento, irrigando constantemente, hasta llegar a LT.
5. Recapitular con lima K N° 15 acompañado de suero fisiológico.
6. Irrigar según secuencia.
7. Utilizando lima *NitiFlex* N° 25, de la misma forma que el punto N°37 hasta llegar a LT.
8. Recapitular con lima K N° 15 acompañado de suero fisiológico.
9. Aplicar secuencia de irrigación.
10. Utilizando lima *NitiFlex* N° 30, de la misma forma que el punto N° 37 hasta llegar a LT.
11. Aplicar secuencia de irrigación.



Figura 13, Preparación biomecánica con lima Nitiflex N°30.

9. Preparación para medir Transportación y centricidad

Una vez instrumentados los dientes, se tomó un segundo Cone Beam a los bloques de silicona que contienen los dientes acoplados a una plataforma de poliestireno (11 x 5,5 cm) con los conductos perpendiculares al haz del rayo para estandarizar la posición de los dientes en la toma previa y posterior a la preparación ⁽³⁸⁾. Se tomaron una serie de imágenes operando el equipo a 120 Kv, 3-7 mA., el campo de visión fue de 8 cm. de diámetro y 8 cm. de alto, los cortes se realizaron con boxel 800X800X800 con un tamaño de 0.17 mm. El análisis de las medidas se realizó con el software computacional I-CatVision de la empresa Imaging Sciences International del centro

radiológico de la Facultad de Odontología de la Universidad Andrés Bello, en Viña Del Mar.

Previo a las mediciones se realizó un test de calibración intraobservadores para medidas repetidas y así establecer confiabilidad en las mediciones. Este test consistió en la medición de 15 dientes al azar realizada por un radiólogo de la Universidad Andrés Bello y 2 operadores, se compararon las mediciones obtenidas entre operadores y el radiólogo utilizando el mismo sistema computacional. Dichas mediciones no fueron utilizadas para ser ingresadas en la base de datos.

Para evaluar el grado de transportación del canal se utilizó una técnica propuesta por *Gambill y colaboradores* ⁽³⁹⁾ modificada que midiendo la transportación del conducto en sentido mesiodistal y vestíbulo palatino/lingual

- Dirección mesiodistal:

(CL1-CL2) - (CF1-CF2)

- Dirección vestíbulo palatino/lingual:

(V1-V2) - (PL1-PL2)

Donde:

CL1: distancia más corta desde el borde de la pared mesial de la periferia de la raíz al borde de la pared mesial del conducto no instrumentado.

CL2: distancia más corta desde el borde de la pared mesial de la raíz al borde de la pared mesial del conducto instrumentado.

CF1: distancia más corta del borde de la pared distal de la periferia de la raíz al borde de la pared distal del conducto no instrumentado.

CF2: distancia más corta desde el borde de la pared distal de la raíz al borde de la pared distal del conducto instrumentado.

V1: distancia más corta desde el borde vestibular de la periferia de la raíz al borde vestibular del conducto no instrumentado.

V2: distancia más corta desde el borde vestibular de la periferia de la raíz al borde vestibular del conducto instrumentado.

PL1: distancia más corta del borde palatino/lingual de la periferia de la raíz al borde palatino/lingual del conducto no instrumentado.

PL2: distancia más corta del borde palatino/lingual de la periferia de la raíz al borde palatino/lingual del conducto instrumentado.

De acuerdo con esta fórmula un resultado 0 indica que no hay transportación, un resultado distinto de 0 habla de que sí ha ocurrido transportación del canal. Además, se evalúa la dirección de la transportación en la que un resultado negativo indica transportación hacia la porción de la cara furcal o palatino/lingual, un resultado positivo hacia la porción de la cara libre o vestibular y un resultado nulo indica la ausencia de transportación.

(38,25).

Para evaluar el grado de centricidad del canal se utilizó una técnica propuesta por Gambill y colaboradores ⁽³⁹⁾, también utilizada por Barbosa-Ribeiro en su estudio ⁽⁴⁰⁾, que mide la centricidad del conducto en sentido vestibulo-palatino/lingual y mesio-distal.

- Dirección vestibulo-palatino/lingual:

$$D1: (x-x') / (x1-x1')$$

- Dirección mesio-distal:

$$D2: (z-z') / (z1-z1')$$

Donde:

x: distancia más corta desde el borde vestibular de la periferia de la raíz al borde vestibular del conducto no instrumentado.

x': distancia más corta desde el borde vestibular de la periferia de la raíz al borde vestibular del conducto instrumentado.

x1: distancia más corta del borde palatino/lingual de la periferia de la raíz al borde palatino/lingual del conducto no instrumentado.

x1': distancia más corta del borde palatino/lingual de la periferia de la raíz al borde palatino/lingual del conducto instrumentado.

z: distancia más corta desde el borde de la pared mesial de la periferia de la raíz al borde de la pared mesial del conducto no instrumentado.

z': distancia más corta desde el borde de la pared mesial de la periferia de la raíz al borde de la pared mesial del conducto instrumentado.

z1: distancia más corta del borde de la pared distal de la periferia de la raíz al borde de la pared distal del conducto no instrumentado.

z1': distancia más corta del borde de la pared distal de la periferia de la raíz al borde de la pared distal del conducto instrumentado.

Un resultado de 1 (uno) indica centralización perfecta en la capacidad de centrado y cuanto más cerca el resultado a cero, peor es la capacidad del instrumento para mantenerse en el eje central del canal ⁽⁴¹⁾.

Una vez realizadas las mediciones, los datos fueron ingresados en tabla de Excel para completar la base de datos permitiendo su posterior análisis de datos.

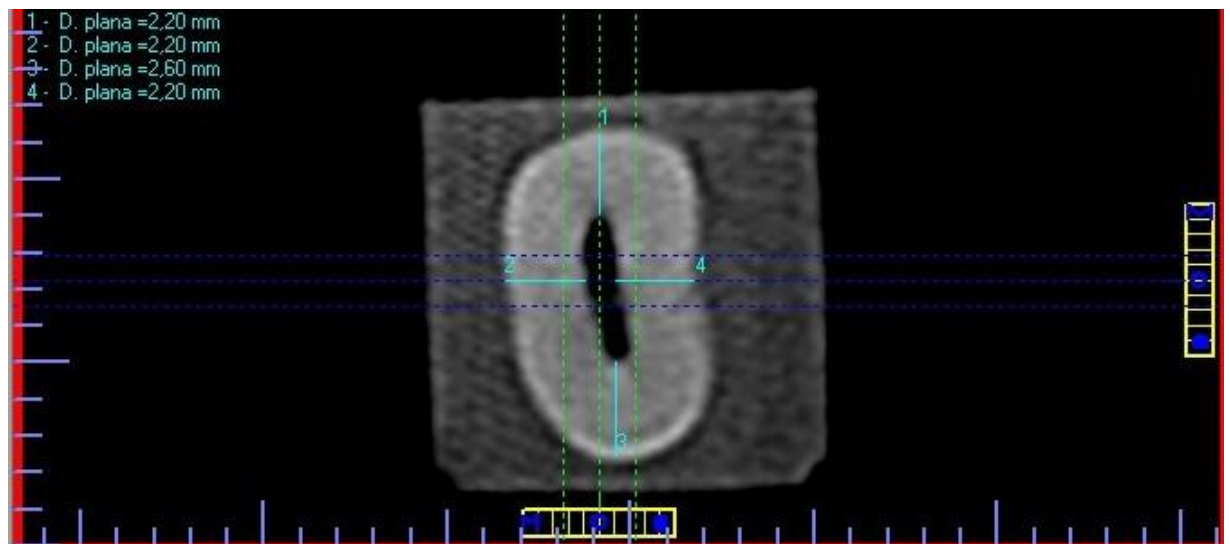
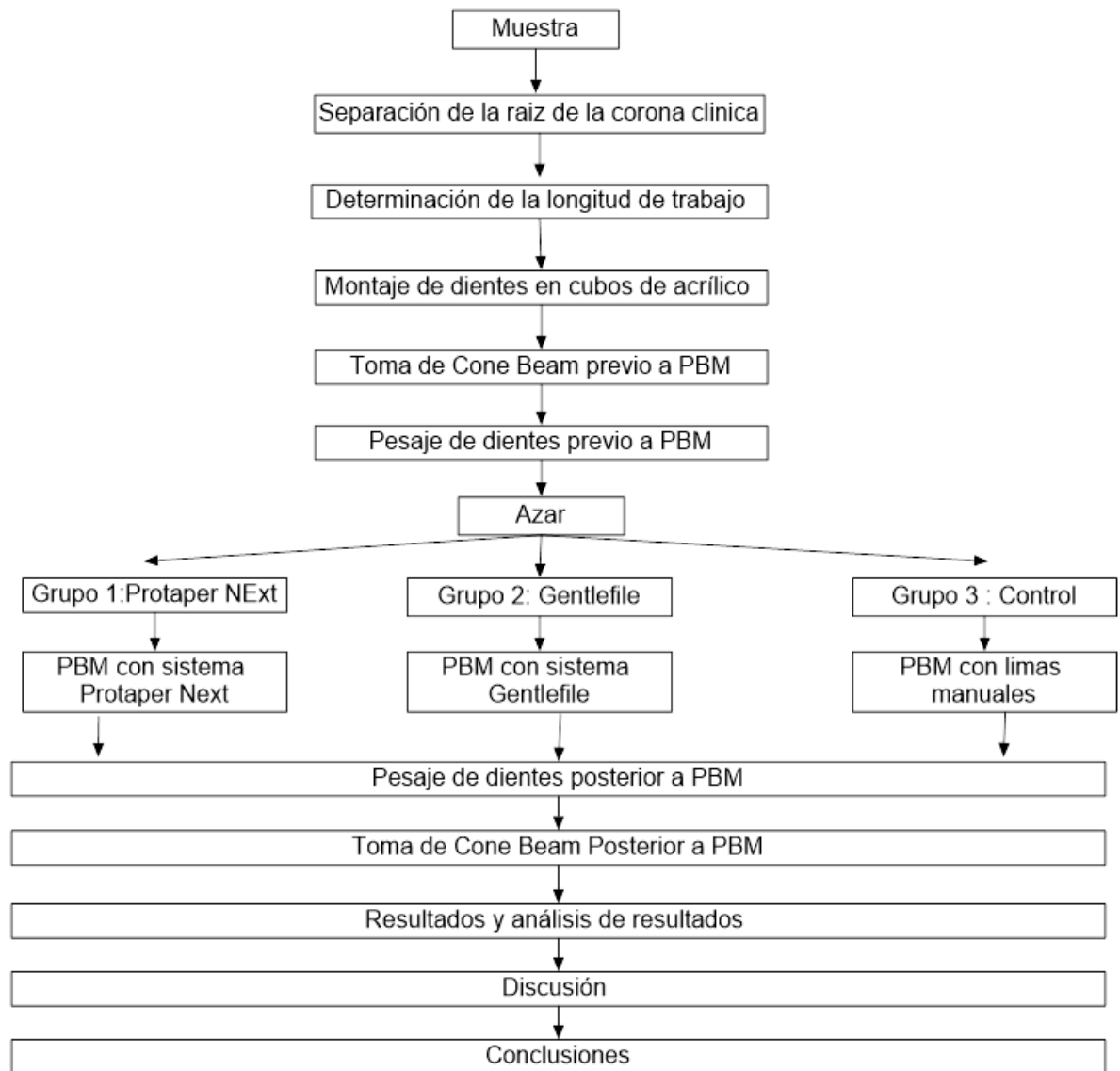


Figura 14, mediciones realizadas en el programa computacional Icat Vision en el plano coronal.

Esquema N°1: Diagrama de flujo de materiales y métodos.



Consideraciones éticas:

- **Declaración de intereses:** El presente proyecto de investigación no presenta ningún tipo de influencias externas con intereses secundarios que no sea con fines académico, ya que los materiales a utilizar y que no estaban disponibles en la universidad fueron donados sin ninguna condición ni requisitos.
- **Origen de los materiales:** Los materiales utilizados en el proyecto fueron facilitados por la universidad. Los que no estaban disponibles y que en este caso fueron los sistemas de limas fueron donados por Gentlefile® y Dentsply sin ninguna condición ni requisitos.
- **Obtención de las muestras:** Los cuerpos de prueba utilizados para el estudio fueron obtenidos desde los desechos biológicos de consultorios de la quinta región y de la facultad de odontología de la Universidad Andrés Bello Viña Del Mar, de tal forma que ni el personal que facilita los dientes ni los integrantes del proyecto de investigación saben ni tienen como saber la identidad del paciente a quien le pertenecían los cuerpos de prueba, de tal forma que la confidencialidad está completamente cubierta.

V. Análisis de datos:

Los datos observados fueron ingresados a una planilla de Excel, desde la cual fueron exportados al programa estadístico SPSS 18.0 para su análisis.

Las variables cuantitativas fueron descritas mediante los estadísticos: media, intervalos de confianza (95%) para la media, desviación estándar, mínimo, máximo, por gráficos de barras, cajas y bigotes y gráficos de media con 1 desviación estándar.

El test de Shapiro-Wilk fue realizado para evaluar el supuesto de distribución normal entre los datos.

Dado que los datos siguen una distribución distinta a la normal se realizó pruebas no paramétricas de muestras independientes para contrastar las variables; prueba de Kruskal Wallis y test de Mann-Whitney.

En todas las pruebas estadísticas el nivel de significancia se fijó en $\leq 0,05$ (5%).

VI. Resultados:

Desgaste dentinario:

Tabla N°3: análisis descriptivo de desgaste dentinario:

Desgaste dentinario (gr)	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,010679	0,007036	0,009297
Intervalo de confianza 95%	0,008954-0,012403	0,005979-0,008094	0,00747-0,0111177
Mediana	0,008700	0,006200	0,007900
Desv. típ.	0,0048635	0,0029823	0,0051340
Mínimo	0,0046	0,0034	0,0036
Máximo	0,0218	0,0150	0,0238
Test normalidad*	0,001	0,004	0,000

En la tabla 3, se observa el análisis descriptivo de desgaste dentinario, en donde ProTaper Next® presento mayores valores de desgaste con una mediana de 0.008700 grs. y Gentlefile® los menores valores con una mediana de 0.006200 grs. en relación grupo control.

Tabla N°4:

Rangos	Sistema	N	Rango promedio	p-valor*
Desgaste dentinario (gr)	ProTaper Next®	33	61,73	0,002
	Gentlefile®	33	37,00	
	Manual	33	51,27	
	Total	99		

* Prueba de Kruskal-Wallis

Tabla N°5: Comparación de desgaste dentinario entre los sistemas:

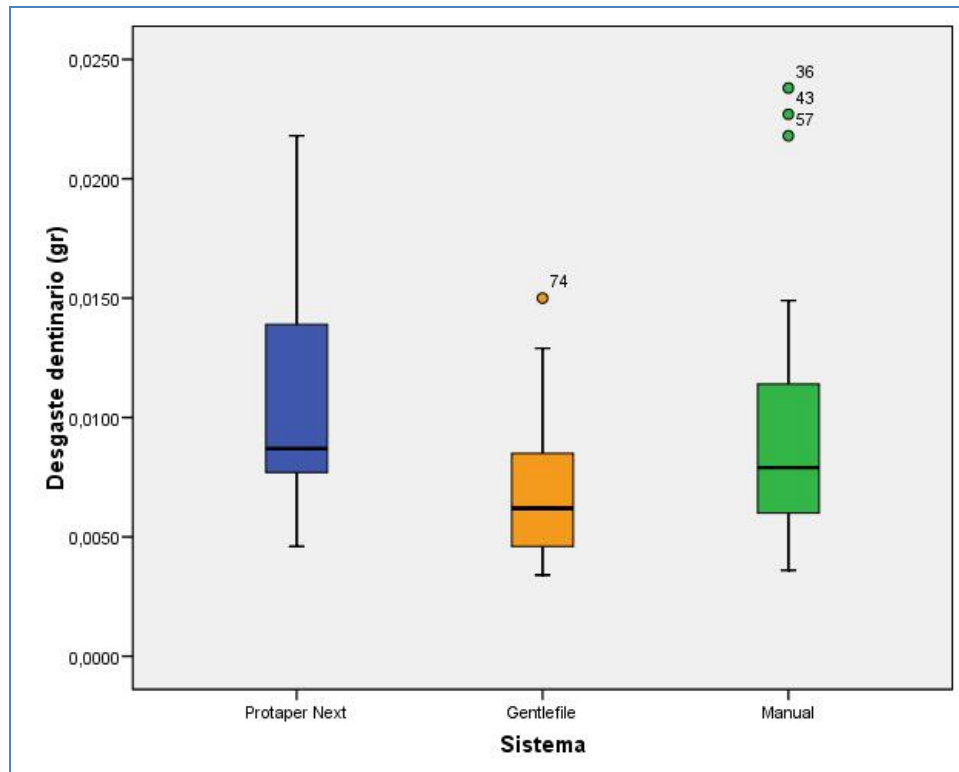
Desgaste dentinario (gr)	p-valor*
ProTaper Next®	0,000
Gentlefile®	
ProTaper Next®	0,158
Manual	
Gentlefile®	0,051
Manual	

* Test Mann-Whitney

Al realizar la comparación de desgaste dentinario entre los sistemas de instrumentación (tabla 4) se rechaza la hipótesis nula (ver anexo 5), existiendo diferencias estadísticamente significativas entre sistemas

ProTaper Next®, *Gentlefile®* y *Manual*. (*p*-valor 0.002) y puntualmente al comparar *ProTaper Next®* con *Gentlefile®*. (*p*-valor 0.000) (tabla 5).

Grafico N° 2: Distribución del desgaste dentinario (gr), según sistemas:



En el grafico 2 se puede observar que el sistema *Gentlefile®* es el más homogéneo y el sistema *ProTaper Next®* es más heterogeneo con mayor dispersión.

Transportación:

Los siguientes resultados explican las diferencias de transporte en cada tercio.

Tabla N°6:

Transportación en sentido mesio distal Cervical	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,1333	0,1606	0,1576
Intervalo de confianza 95%	0,0782- 0,1885	0,1039- 0,2173	0,1123- 0,2028
Mediana	0,0000	0,1000	0,2000
Desv. típ.	0,15546	0,15996	0,12755
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	0,40	0,50	0,40
Test normalidad*	0,000	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

Tabla N°7:

Transportación en sentido mesio distal Medio	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,1697	0,2121	0,1909
Intervalo de confianza 95%	0,1008- 0,2386	0,1453- 0,2789	0,1382- 0,2436
Mediana	0,2000	0,2000	0,2000
Desv. típ.	0,19443	0,18834	0,14867
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	0,80	0,80	0,60
Test normalidad*	0,000	0,000	0,001

* Test Shapiro-Wilk

Tabla N°8:

Transportación en sentido mesio distal Apical	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,1697	0,1576	0,4667
Intervalo de confianza 95%	0,1224- 0,2170	0,1090- 0,2062	0,2284- 0,7050
Mediana	0,2000	0,2000	0,2000
Desv. típ.	0,13343	0,13700	0,67206
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	0,40	0,60	3,20
Test normalidad*	0,000	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

Las tablas 6, 7, 8, representan los resultados descriptivos obtenidos por tercio en sentido mesio distal. En base a la media se puede observar que los niveles de transportación ocurridos durante la instrumentación son leves y homogéneos con valores que fluctúan entre 0.1333 mm. y 0.2121 mm. entre los tres tercios y los 3 instrumentos a excepción del sistema manual en el tercio apical que presento una media de 0.4667 mm. representando una mayor transportación por parte de este sistema de instrumentación.

Tabla N°9:

Transportación en sentido Vestíbulo palatino Cervical	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,4667	0,5667	0,5576
Intervalo de confianza 95%	0,2238- 0,7095	0,2933-0,8400	0,2718- 0,8433
Mediana	0,2000	0,2000	0,2000
Desv. típ.	0,68496	0,77082	0,80585
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	3,40	3,20	3,00
Test normalidad*	0,000	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

Tabla N°10

Transportación en sentido Vestíbulo palatino Medio	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,2727	0,3788	0,2818
Intervalo de confianza 95%	0,1918- 0,3536	0,2083-0,5492	0,1771- 0,3865
Mediana	0,2000	0,2000	0,2000
Desv. típ.	0,22813	0,48073	0,29523
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	0,80	2,30	1,40
Test normalidad*	0,002	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

Tabla N°11:

Transportación en sentido Vestíbulo palatino Apical	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,4000	0,3818	0,4818
Intervalo de confianza 95%	0,1910- 0,6090	0,0798- 0,6838	0,1564- 0,8072
Mediana	0,2000	0,2000	0,2000
Desv. típ.	0,58949	0,85164	0,91769
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	3,20	5,00	5,00
Test normalidad*	0,000	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

En las tablas 9, 10, 11 se representan los resultados descriptivos obtenidos por tercio en sentido vestíbulo palatino. De estas podemos observar en base a las medias obtenidas que en este sentido ocurrió un mayor nivel de transportación donde los valores medio fluctúan entre el 0.2727 mm. y el 0.5667 mm. viéndose más afectados los tercios apical y cervical.

Tabla N°12

Rangos	Sistema	N	Rango promedio	p-valor*
Transportación en sentido mesio distal Cervical	ProTaper Next®	33	46,05	0,578
	Gentlefile®	33	51,27	
	Manual	33	52,68	
	Total	99		
Transportación en sentido mesio distal Medio	ProTaper Next®	33	45,30	0,470
	Gentlefile®	33	52,88	
	Manual	33	51,82	
	Total	99		
Transportación en sentido mesio distal Apical	ProTaper Next®	33	48,52	0,226
	Gentlefile®	33	45,17	
	Manual	33	56,32	
	Total	99		

* Prueba de Kruskal-Walli

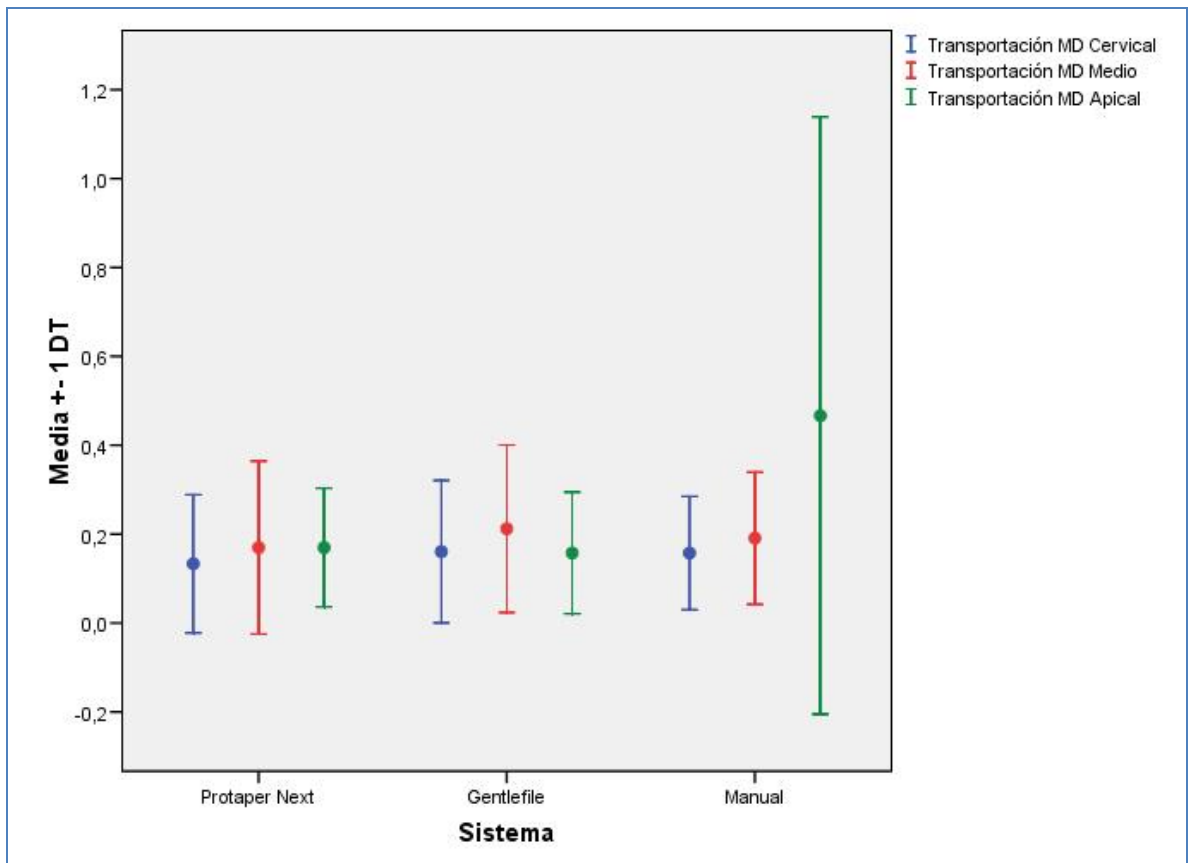
Tabla N°13

Sistema		N	Rango promedio	p-valor*
Transportación en sentido Vestíbulo palatino Cervical	ProTaper Next®	33	48,03	0,884
	Gentlefile®	33	51,26	
	Manual	33	50,71	
	Total	99		
Transportación en sentido Vestíbulo palatino Medio	ProTaper Next®	33	50,29	0,941
	Gentlefile®	33	51,03	
	Manual	33	48,68	
	Total	99		
Transportación en sentido Vestíbulo palatino Apical	ProTaper Next®	33	52,12	0,728
	Gentlefile®	33	46,91	
	Manual	33	50,97	
	Total	99		

* Prueba de Kruskal-Wallis

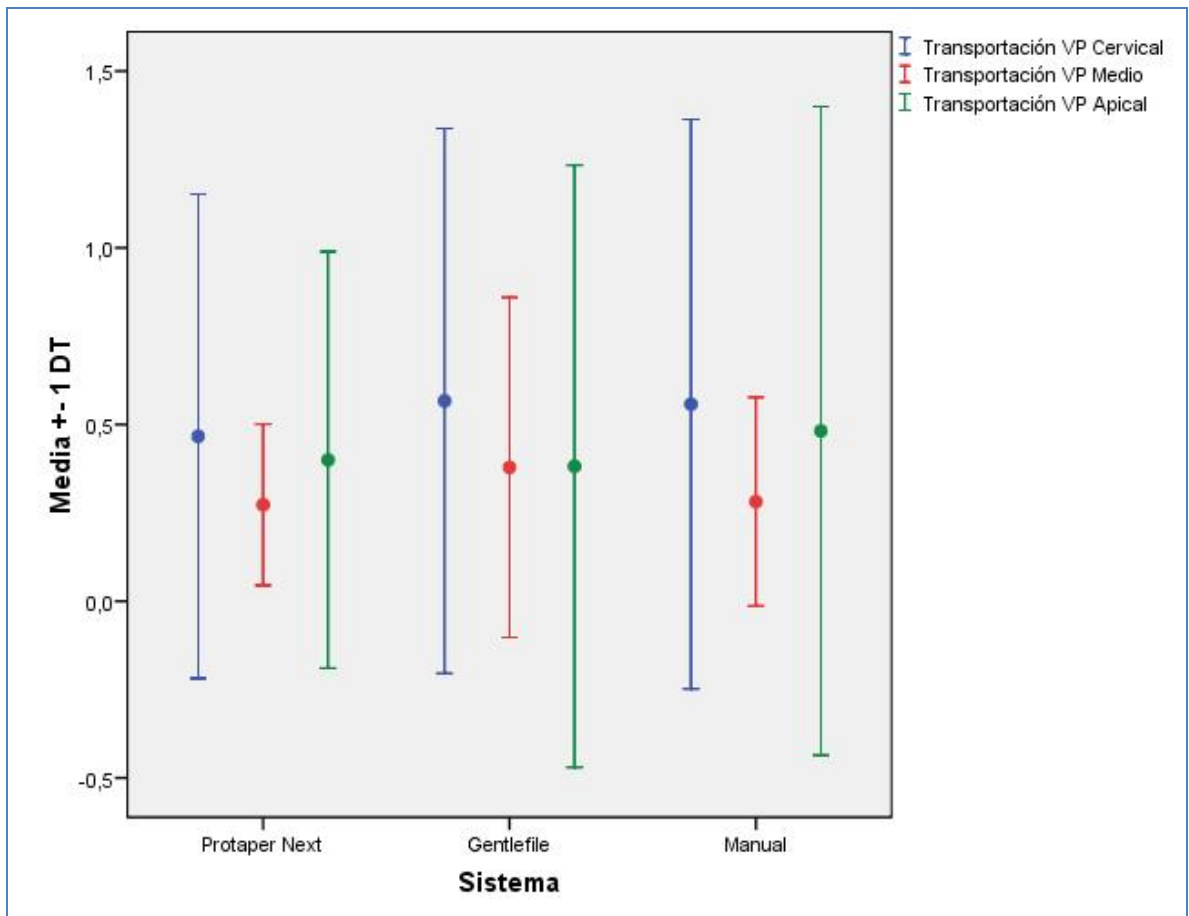
Al realizar la comparación de transportación entre los sistemas de instrumentación expresados en las tablas 12 y 13, no se rechaza la hipótesis nula (ver anexo 6) al no existir diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas respecto a tercio radicular.

Grafico N°3: Distribución de la media por sistema, según segmento radicular en sentido mesio distal:



La Transportación MD promedio es similar entre los sistemas en los tres tercios radiculares analizados, con una dispersión (1 DT) equivalente entre ellos. Excepción es el caso del sistema Manual en el tercio apical donde la media es visiblemente mayor y gran dispersión de sus datos.

Grafico 4: Distribución de la media por sistema, según segmento radicular en sentido vestibulo palatino:



En los tres sistemas el promedio más bajo de transportación VP lo presenta el tercio medio. El promedio más alto en cada sistema se observa en el tercio cervical.

Centricidad:

Los siguientes resultados explican las diferencias de centricidad en cada tercio.

Tabla N°14:

Centricidad en sentido vestibulo palatino cervical	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,6355	0,5773	0,8421
Intervalo de confianza 95%	0,3516-0,9193	0,1749- 0,9797	0,5398- 1,1444
Mediana	0,2000	0,0900	1,0000
Desv. típ.	0,80041	1,13480	0,85262
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	3,00	6,00	3,00
Test normalidad*	0,000	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

Tabla N°15

Centricidad en sentido vestibulo palatino Medio	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,5906	0,9221	0,8100
Intervalo de confianza 95%	0,3279- 0,8533	0,4871- 1,3571	0,4767- 1,1433
Mediana	0,3300	0,5000	0,5000
Desv. típ.	0,74090	1,22681	0,94004
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	2,00	6,00	4,00
Test normalidad*	0,000	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

Tabla N°16:

Centricidad en sentido vestibulo palatino Apical	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,9215	0,8200	0,8503
Intervalo de confianza 95%	0,6458- 1,1972	,5170- 1,1230	0,5243- 1,1763
Mediana	1,0000	0,6700	1,0000
Desv. típ.	0,77755	0,85440	0,91935
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	2,00	4,00	4,00
Test normalidad*	0,000	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

La tabla 14, 15, 16 representa los resultados descriptivos obtenidos por tercio en sentido vestibulo-palatino. En base a la mediana se observa que a nivel del tercio medio el sistema *ProTaper Next®* y *Manual* presentaron una mejor capacidad de centrado que *Gentlefile®*, en el tercio medio presentaron valores similares (0.33, 0.5, 0.5) presentado una mayor dificultad para mantener la centricidad, finalmente en el tercio cervical solo el sistema manual presento una buen centrado durante la instrumentación al contrario de *Gentlefile®* y *ProTaper Next®*.

Tabla N°17:

Centricidad en sentido mesio distal Cervical	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,8079	0,7958	0,9645
Intervalo de confianza 95%	0,5833- 1,0325	,4984- 1,0931	,6926- 1,2365
Mediana	1,0000	1,0000	1,0000
Desv. típ.	0,63344	0,83855	0,76684
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	2,00	4,00	2,00
Test normalidad*	0,000	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

Tabla N°18:

Centricidad en sentido mesio distal Medio	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	1,2779	0,8642	0,7576
Intervalo de confianza 95%	0,9851- 1,5706	,5392- 1,1893	,4054- 1,1097
Mediana	1,0000	0,3300	0,0000
Desv. típ.	0,82558	0,91676	0,99311
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	3,00	2,00	4,00
Test normalidad*	0,002	0,000	0,000

* Test Shapiro-Wilk

Tabla N°19:

Centricidad en sentido mesio distal Apical	ProTaper Next®	Gentlefile®	Manual
Media	0,8939	0,6409	0,4976
Intervalo de confianza 95%	0,5809- 1,2070	0,3608- 0,9211	0,2568- 0,7383
Mediana	1,0000	0,3300	0,1700
Desv. típ.	0,88276	0,79008	0,67902
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	3,00	2,00	2,00
Test normalidad*	0,000	0,000	0,000

*Test Shapiro-Wilk

La tabla 17, 18, 19 representa los resultados descriptivos obtenidos por tercio en sentido mesio-distal. En base a la mediana se observa que a nivel del tercio apical el sistema *ProTaper Next*® presento una mejor capacidad de centrado que *Gentlefile*® y *manual*, en el tercio medio presentaron resultados similares al tercio apical pero destacando una mayor dificultad para mantener la centricidad por el sistema manual, finalmente en el tercio cervical los tres sistema presentaron una buen centrado durante la instrumentación.

Tabla N°20:

Rangos	Sistema	N	Rango promedio	p-valor*
Centricidad en sentido vestibulo palatino cervical	ProTaper Next®	33	48,85	0,143
	Gentlefile®	33	43,91	
	Manual	33	57,24	
	Total	99		
Centricidad en sentido vestibulo palatino Medio	ProTaper Next®	33	44,77	0,387
	Gentlefile®	33	53,89	
	Manual	33	51,33	
	Total	99		
Centricidad en sentido vestibulo palatino Apical	ProTaper Next®	33	53,23	0,717
	Gentlefile®	33	48,00	
	Manual	33	48,77	
	Total	99		

* Prueba de Kruskal-Wallis

Al realizar la comparación de centricidad entre los sistemas de instrumentación expresados en la tabla 20, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas respecto a los tercios radicales en sentido vestibulo palatino.

Tabla N°21:

Rangos	Sistema	N	Rango promedio	p-valor*
Centricidad en sentido mesio distal Cervical	ProTaper Next®	33	49,17	0,530
	Gentlefile®	33	46,67	
	Manual	33	54,17	
	Total	99		
Centricidad en sentido mesio distal Medio	ProTaper Next®	33	60,26	0,023
	Gentlefile®	33	47,58	
	Manual	33	42,17	
	Total	99		
Centricidad en sentido mesiodistal Apical	ProTaper Next®	33	56,33	0,236
	Gentlefile®	33	48,52	
	Manual	33	45,15	
	Total	99		

* Prueba de Kruskal-Wallis

Pero como se presenta en la tabla N° 21 en sentido mesio distal si existen diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas en el tercio medio con un p-valor de 0.023.

Tabla N°22:

Rangos	Sistema	N	Rango promedio	Suma de rangos	p-valor*
Centricidad en sentido mesiodistal Medio	ProTaper Next®	33	37,74	1245,50	0,062
	Gentlefile®	33	29,26	965,50	
	Total	66			

* Prueba de Mann-Whitney

De forma que al analizar en la tabla N° 22, las comparaciones entre sistemas en el tercio medio no existen diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas ProTaper Next® y Gentlefile® en el tercio medio (con un p-valor de 0.062).

Tabla N°23:

Rangos	Sistema	N	Rango promedio	Suma de rangos	p-valor*
Centricidad en sentido mesio distal Medio	Gentlefile®	33	35,32	1165,50	0,412
	Manual	33	31,68	1045,50	
	Total	66			

* Prueba de Mann-Whitney

En la tabla 23 Tampoco se observan diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas Gentlefile® y manual en el tercio medio (p – valor 0.412).

Tabla N°24:

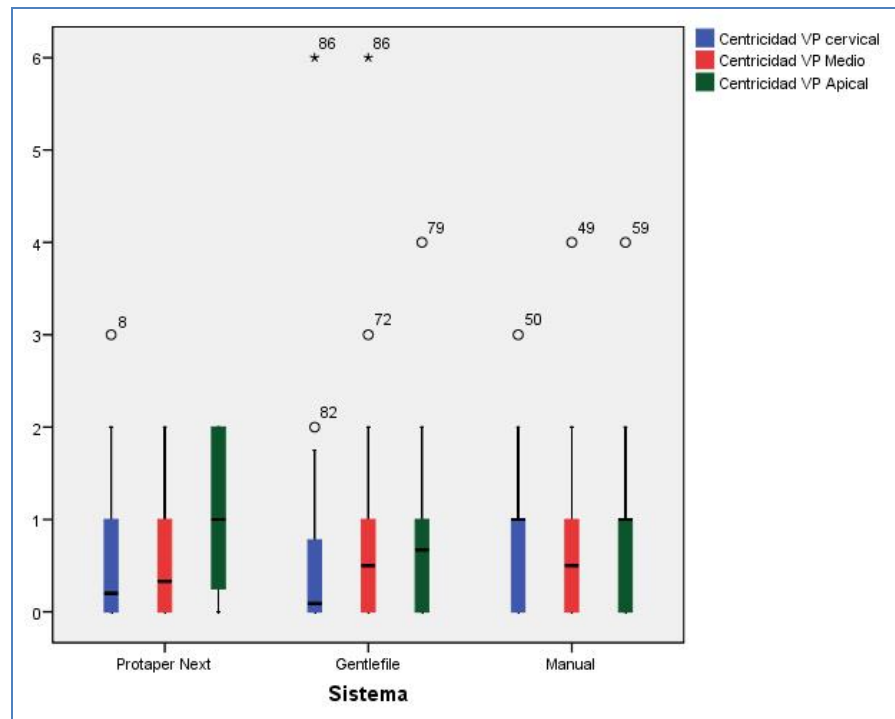
Rangos	Sistema	N	Rango promedio	Suma de rangos	p-valor*
Centricidad en sentido mesio distal Medio	ProTaper Next®	33	39,52	1304,00	0,008
	Manual	33	27,48	907,00	
	Total	66			

* Prueba de Mann-Whitney

Pero si existen diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas ProTaper Next® y manual en el tercio medio (p-valor 0.008) como se puede observar en la tabla N° 24.

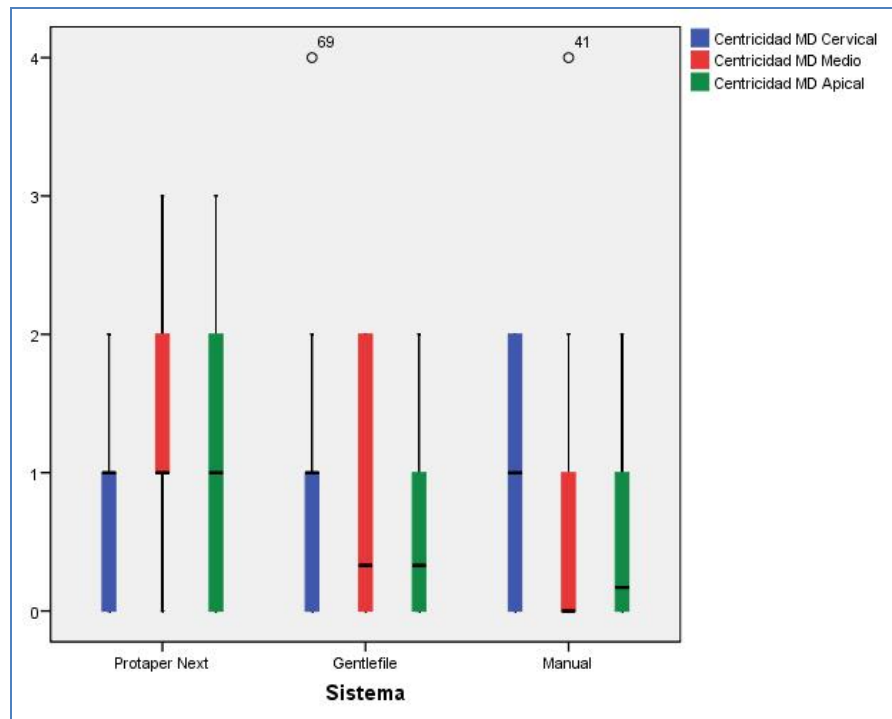
De todas formas, no se rechaza la hipótesis nula (ver anexo 7)

Grafico 5: Distribución de la media por sistema, según segmento radicular en sentido vestibulo palatino:



Se puede observar que los sistemas presentan similar comportamiento en relación a la centricidad vp. El sistema ProTaper Next® es el más disperso en el tercio apical.

Grafico 6: Distribución de la media por sistema, según segmento radicular en sentido mesio distal:



Al comparar la distribución de los datos entre sistemas se puede observar que la dispersión mayor se presenta en diferentes segmentos radiculares. El sistema ProTaper Next® es más heterogeneo en el tercio apical, el sistema Gentlefile tiene mayor dispersión en el tercio medio y el manual en el tercio apical.

VII. Discusión:

Nuestro estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de la preparación biomecánica en premolares; entre los sistemas rotatorios ProTaper Next® y Gentlefile®. Se ha sugerido que la evaluación de la conformación de los conductos posterior a la instrumentación es un proceso confiable para evaluar la capacidad de los sistemas de los sistemas en la preservación en la anatomía de los conductos radiculares.

Para este fin fue utilizado el CBCT que nos permitió realizar mediciones lineales y angulares por medio del programa Icat Vision ⁽³⁴⁾. Sin embargo, el CBCT utilizado en nuestro estudio solo permite obtener cortes de 0,17 mm. a diferencia de un Micro Cone Beam que permite cortes de 0,5 μm .; con esto podemos asumir que con el Micro Cone Beam, podríamos observar imágenes con mayor nitidez y resolución que con el equipo utilizado ⁽⁴⁶⁾, sobre todo a medida que nos acercamos a áreas más pequeñas como el tercio apical.

Luego de haber realizado la preparación biomecánica en los cuerpos de prueba, era de esperar encontrar una pérdida de peso debido a la remoción de tejidos dentarios por parte del instrumental, tanto rotario como manual. Al ser un estudio In Vitro, es imposible emular las condiciones orales a las cuales están sometidas las piezas dentarias al realizar un tratamiento endodóntico. Es por esto que los dientes se mantuvieron en un lugar seco

permitiéndonos objetivar que el desgaste dentario se produjo por los instrumentos y no por factores ambientales o externos.

De acuerdo a las pruebas realizadas, se observan diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas. Al analizar los resultados de forma más detallada (tabla N°5), se observan diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas ProTaper Next® y Gentlefile®, no así entre los sistemas en estudio y el grupo control. Con esto se puede atribuir a Gentlefile® un menor desgaste de tejido dentinario al realizar la conformación de los conductos. Este menor desgaste podría deberse al diseño de las limas del sistema, las cuales más que cortar dentina producen el desgaste de esta. Cabe destacar que no existen estudios publicados que avalen dicha aseveración, sin embargo, el fabricante así lo describe. Según *Moreiros y Cols.* ⁽³⁷⁾, el acero inoxidable de Gentlefile® tendría mejores propiedades mecánicas que el NiTi M-wire de ProTaper Next®.

Al contrario, se podrían atribuir mayores valores de desgaste dentinario a la variación de la conicidad y el diseño asimétrico de las limas del sistema ProTaper Next®. Esto coincide con el estudio realizado por Capar y cols. que describen que ProTaper Next® al poseer un instrumento con menor conicidad (0.06) realiza un desgaste mayor de dentina que un instrumento con mayor conicidad (0.08) ⁽⁴²⁾. Además, se ha reportado que la lima ProTaper Next® X2 generaría un mayor torque por lo que se debe tener

especial cuidado cuando esta es usada debido a que esta tiene un mayor contacto con las paredes del conducto sobre todo en tercio apical ⁽⁴³⁾.

Al analizar la capacidad de centricidad de los sistemas, *Berutti 2012* ⁽⁴⁶⁾, indica que si la preparación del conducto no es centrada podría generar bloqueos y perforaciones lo cual se traduce en una inadecuada limpieza del conducto radicular, aumentando las probabilidades de generar periodontitis apical crónica y futuros fracasos en el tratamiento

En los resultados obtenidos en cuanto a la capacidad de centricidad por tercio, el más afectado, corresponde al tercio medio tanto en el sentido mesio distal como vestíbulo palatino, siendo el sistema de limas manuales el de peores resultados seguido por Gentlefile® y ProTaper Next®. Esta pérdida en la capacidad de centrado puede ser atribuible a diversos factores dentro de los cuales podemos encontrar la habilidad del operador, ya que a pesar de que exista una estandarización por parte de los operadores, esta no garantiza una “instrumentación ideal” descrita por el fabricante. Un exceso de instrumentación en diferentes sentidos, exceso de torque y presión al momento de realizar la preparación biomecánica, son factores que pueden influir directamente en esta variable. Dicha interpretación también fue observada en el estudio realizado *por Escobar y cols. en el año 2015* ⁽⁴⁵⁾.

La anatomía radicular cobra gran relevancia al momento de evaluar la capacidad de centrado por parte de los instrumentos ya que diferencias anatómicas como forma, calibre, curvatura y calcificaciones entre otras, podrían interferir en la conformación del conducto radicular. Es así como, a mayores rangos de curvaturas se presentan mayores dificultades para que los instrumentos respeten la anatomía original del conducto.

Un factor no menos importante a considerar es la velocidad de rotación, que en el caso del sistema Gentlefile® es de 6500 rpm. a diferencia de las 300 rpm. otorgadas por ProTaper Next®. Esto implicaría que, a mayor velocidad existe una menor capacidad de centrado por parte de los instrumentos en zonas donde el instrumento no está en íntimo contacto con las paredes dentinarias como el tercio medio. Todo esto también está relacionado con el tipo de movimiento que los distintos sistemas generan al momento de instrumentar el conducto.

En términos generales el mejor desempeño en relación a la capacidad de centrado del instrumento en el conducto radicular fue mostrada por el Sistema ProTaper Next®, lo cual puede ser atribuido a su aleación que le otorga mejores propiedades mecánicas, y un uso seguro para la preparación biomecánica de conductos radiculares curvos, que coincide con lo descrito por *Berutti y cols.* en el año 2014 ⁽⁴⁴⁾; teniendo la ventaja de la necesidad de utilización de un menor número de limas en comparación con los otros

sistemas, para lograr una completa conformación del sistema de conductos radiculares.

Si bien el sistema Gentlefile® da peores resultados en relación a la centricidad, estos datos no lograron valores estadísticamente significativos entre sistemas, por lo que se infiere que tanto Gentlefile® como ProTaper Next® son capaces de centrar de manera similar en los tres tercios y en ambos sentidos.

Según *Peters OA*, (2004), que ocurra una transportación apical de 0,15 mm en el tercio apical es considerado aceptable y no debiera sobrepasar los 0,30 mm. En este estudio, para evaluar el grado de transportación se utilizó la técnica propuesta por *Gambill y colaboradores* modificada ⁽³⁹⁾.

De acuerdo a los resultados obtenidos (tabla N° 8), se puede observar que el sistema manual generó un mayor grado de transportación en el tercio apical en sentido mesiodistal al compararlo con los sistemas rotatorios. No así a lo observado en el tercio medio en el mismo sentido, donde el sistema *Gentlefile®* produjo un mayor grado de transportación que los otros dos sistemas.

Al observar el sentido vestíbulo palatino, los mejores resultados derivan de los conductos conformados con el sistema ProTaper Next® siendo nuevamente superior al sistema Gentlefile® tanto en el tercio medio como apical, sin embargo, con valores más acotados entre los sistemas. Esta

diferencia se puede deber a que el sistema *ProTaper Next®* posee limas fabricadas a partir de aleación *M-wire*, la cual le otorga una mayor flexibilidad que otros instrumentos fabricados con *Niti* convencional ⁽³¹⁾, por lo que se infiere que dichas características coinciden con un menor grado de transportación; ratificado por el estudio realizado por *Liu and Wu* ⁽⁴³⁾. Sin embargo, no se encontraron resultados estadísticamente significativos, en relación a que *Gentlefile®* produzca un mayor nivel de transportación. Esto se podría deber al proceso de fabricación y confección de sus limas, que le proporcionan una mayor flexibilidad y menor rigidez como lo garantiza su fabricante y se contrapone a lo descrito en la literatura en cuanto al acero inoxidable. Cabe mencionar que a la fecha existe solo un estudio científico publicado en relación a *Gentlefile®* y este le otorga mejores propiedades mecánicas en comparación con *ProTaper Next®* ⁽³⁷⁾. Se debe aclarar que un estudio no es suficiente para afirmar o demostrar que un sistema es superior al otro. Es necesario contar con mayor evidencia científica para realizar dicha afirmación.

La transportación de los sistemas en estudio, en los tres tercios del conducto observado en ambos sentidos no lograron valores estadísticamente significativos. Con esto se infiere que los sistemas utilizados no generan transportación significativa al ser comparados con el grupo control.

Estos resultados coinciden con lo descrito en la literatura en cuanto al sistema *ProTaper Next®*, así lo reflejaron los estudios realizados por *Silva y*

col/s.; Capar y cols. en los cuales no hubo diferencias significativas en cuanto a transportación en los tres tercios, al realizar la preparación biomecánica ⁽⁴²⁾. Cabe destacar que las comparaciones realizadas, fueron hechas en base a estudios científicos del sistema de limas ProTaper Next® ya que no existen publicaciones en cuanto a la capacidad de centricidad ni de transportación por parte del sistema rotario Gentlefile®.

VIII. Conclusiones:

En el presente estudio se pudo concluir que:

- El sistema Gentlefile® presento la capacidad de producir el menor desgaste dentinario a diferencia del sistema ProTaper Next®, existiendo diferencias estadísticamente significativas al evaluar la variación de peso entre las muestras luego de la pre y post instrumentación.
- Tanto el sistema Gentlefile® como el sistema ProTaper Next® poseen similar capacidad de mantener la centricidad en los diferentes tercios, tanto en el sentido mesio distal como vestíbulo palatino.
- Tanto el sistema Gentlefile® como el sistema ProTaper Next® presentan similar comportamiento en relación a transportación en los diferentes tercios, ya sea en el sentido mesio distal como vestíbulo palatino.

IX. Sugerencias:

En el presente estudio se logró realizar exitosamente la comparación del sistema rotatorio Gentlefile® con el sistema ProTaper Next®. Durante el transcurso del trabajo surgieron ciertas inquietudes tales como:

- Aumentar el tamaño de la muestra con el fin de que los resultados obtenidos por trabajos posteriores sean aún más representativos.
- La utilización de Micro Beam con el fin que se pueda obtener una mayor nitidez y resolución para para la realización de las mediciones sobre todo en el tercio apical.
- Inclusión de dientes con mayor curvatura para que las variables estudiadas sean expuestas a mayores dificultades.
- Realizar comparaciones de desgaste dentinario en base a mm^3 obtenidas a través del CBCT para así comparar complementar los resultados obtenidos en base a gramos.
- Como a la fecha la cantidad de estudios en relación al sistema Gentlefile® son escasos la inclusión de un sistema Reciprocante en el estudio podría ser beneficioso.

X. Bibliografía

- 1- De Quadros I, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. 2005. Evaluation of endodontic treatments. Evaluation of endodontic treatments performed by students in a Brazilian dental school. J Dent Educ.; 69(10):1161-70.
- 2- León A, Merino C. Evaluación de la tridimensionalidad en la obturación del sistema de conductos comparando tres técnicas: condensación lateral, termocompactación lateral ultrasónica y técnica híbrida de gutapercha [tesis para la obtención del grado académico de cirujano dentista]. Universidad de Valparaíso; 2011.
- 3- Castellucci A West J. Endodontics. Firenze: Il Tridente; 2005.
- 4- Gonzales Román A, Quintana del Solar M, Matta Morales C, Maldonado Mendoza M. Frecuencia de diagnósticos y tratamientos pulpares según indicadores de la demanda realizados en una clínica dental universitaria. Revista Estomatológica Herediana. 2014;15(2):150.
- 5- Zúñiga Urbina L, Moya Calderón L. Cambio en la anatomía radicular durante la preparación químico mecánica con sistema Reciproc y MTWO: Comparación radiográfica [tesis para la obtención del grado académico de cirujano dentista] Viña del Mar, Chile, 2012.; 2012.

- 6- Limpieza y obturación del sistema de conductos: biopulpectomía, necropulpectomía y técnica de condensación lateral modificada. Lacandonia. 2016;1(1).
- 7- Cardona-Castro J, Fernández-Grisales R. Anatomía radicular, una mirada desde la micro-cirugía endodóntica: Revisión. (Spanish). CES Odontología. (2015, July)
- 8- Cartes Domínguez G, Moya Calderón L. Manual de anatomía dentaria y su importancia en el tratamiento endodóntico, Viña del Mar, Chile, 2011.; 2011.
- 9- Nancy A. Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure, and Function. 8th ed. USA: Mosby; 2012. p. 168.
- 10-Cohen SHargreaves K. Cohen vías de la pulpa. Barcelona: Elsevier; 2011.
- 11-Betancourt P, Aracena Rojas S, Navarro Cáceres P, Fuentes R. Configuración anatómica del sistema canalicular de la raíz mesiovestibular del primer molar maxilar. Av Odontoestomatol. 2015;31(1):11-18.
- 12- Bürklein Schäfer E. Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. Endodontic Topics. 2013;29(1):110-124.

- 13- Huamán J. Comparación de la técnica manual con la técnica rotatoria del sistema k3 y del sistema profile GT en la preparación biomecánica de conductos curvos. [tesis para la obtención del grado académico de cirujano dentista]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2003.
- 14-Morales R. Anatomía del tercio apical [seminario para especialidad]. universidad de valparaiso; 2011.
- 15-Elías Harrán Ponce, José Antonio Vilar Fernandez, “The cemento-dentino- canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by Optical Microscopy”, Journal Of Endodontics, volume 29, número 3,marzo 2003
- 16-Gómez de Ferraris M Campos Muñoz A. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. México: Medica Panamericana; 2009.
- 17-Basrani B Malkhassian G. Update of Endodontic Irrigating Solutions. Endodontic Irrigation. 2015;;99-115.
- 18-Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation Trends among American Association of Endodontists Members: A Web-based Survey. Journal of Endodontics. 2012;38(1):37-40.
- 19-Santillán C. Preparación biomecánica de conductos finos, curvos y calcificados en premolares superiores con limado anticurvatura: [tesis para la obtención del grado académico de cirujano dentista]. 2014.

- 20-ProTaper Next® | DentsplyMaillefer [Internet]. ProTapernext.com. 2016 [cited 16 June 2016]. Disponible en: <http://www.ProTapernext.com>
- 21-Gulabivala K, Holt R, Long B. An in vitro comparison of thermoplasticised gutta percha obturation techniques with cold lateral condensation. Endod Dent Traumatol 1998;14:262 9.
- 22-De Deus G, Reis C, Beznos D, de AbranchesAM, Coutinho FilhoT, Paciornik S. Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta percha techniques in filling oval shaped canals. J Endod 2008;34:1401 5.
- 23-Haji-Hassani N, Bakhshi M, Shahabi S. Frequency of Iatrogenic Errors through Root Canal Treatment Procedure in 1335 Charts of Dental Patients. Journal Of International Oral Health: JIOH [serial on the Internet]. (2015).
- 24-Ontiveros Gutiérrez A, Cobos Hernández E, Espinosa Torres N, Espinosa Torres A. Análisis de la transportación en el tercio apical utilizando la Técnica de Instrumentación de Fuerzas Balanceadas VS Sistema de Instrumentación Rotatoria MTWO. (Spanish). Revista ADM [serial on the Internet]. (2012, Sep).

- 25-Salazar D, González FE, Guzmán CL, Alcota M. Grado de transportación del canal radicular de tres sistemas de instrumentación rotatoria: estudio a través de tomografía computarizada Cone beam. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2013; 24(2): 180-201.
- 26-Tafur Gallego M, Camacho Alonso L, Mejía Morales S, González Moncada J, Huertas de Hoyos M. Frecuencia de eventos adversos de la terapia endodóntica y seguimiento de pacientes atendidos en el Posgrado de Endodoncia de la Pontificia Universidad Javeriana (2007-2008). (Spanish). Universitas Odontológica. (2014, July)
- 27-Kfir A, Rosenberg E, Zuckerman O, Tamse A, Fuss Z. Endodontics: Comparison of procedural errors resulting during root canal preparations completed by senior dental students in patients using an '8-step method' versus 'serial step-back technique'. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology And Endodontology. (2004, Jan 1)
- 28-Agarwal R. Comparative Analysis of Canal Centering Ability of Different Single File Systems Using Cone Beam Computed Tomography- An In-Vitro Study. Journal of clinical and diagnostic research. 2015.

- 29-Elnaghy A. Cyclic fatigue resistance of ProTaper Next® nickel-titanium rotary files. *International Endodontic Journal*. 2014;47(11):1034-1039.
- 30-Antony A, Varghese N, Pillai R, Sujathen U, Sainudeen S, Paul S. Resistance to torsional failure and cyclic fatigue resistance of ProTaper Next®, WaveOne, and Mtwo files in continuous and reciprocating motion: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2016;19(3):225.
- 31-Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Basic research—technology: Comparison between a Novel Nickel-Titanium Alloy and 508 Nitinol on the Cyclic Fatigue Life of ProFile 25/.04 Rotary Instruments. *Journal Of Endodontics* [serial on the Internet]. (2008, Jan 1), [cited December 23, 2016]; 34:1406-1409.
- 32-ProTaper Next® - Endo Matters [Internet]. Endo Matters. 2016 [cited 16 June 2016]. Disponible en: http://www.tulsadentalspecialties.com/default/endodontics_brands/ProTaperNEXT.aspx.
- 33-Advanced Endodontics. ProTaper Next® SYSTEM. USA: Advanced Endodontics [Internet]; 2012. Consultado: 2013 Oct 27. Disponible línea en: <http://www.endoruddle.com/ProTapernext.html>.

- 34-Elnaghy AElsaka S. Evaluation of Root Canal Transportation, Centering Ratio, and Remaining Dentin Thickness Associated with ProTaper Next® Instruments with and without Glide Path. Journal of Endodontics. 2014;40(12):2053-2056.
- 35-Shori D, Shenoi P, Baig A, Kubde R, Makade C, Pandey S. Stereomicroscopic evaluation of dentinal defects induced by new rotary system: "ProTaper Next®". Journal Of Conservative Dentistry: JCD . (2015, May).
- 36-Gentlefile® - Innovative approach to root canal preparation [Internet]. Gentlefile®. 2016 [cited 5 April 2016]. Disponible en: <http://Gentlefile®.com/>.
- 37-Moreinos D, Dakar A, Stone N, Moshonov J. Evaluation of Time to Fracture and Vertical Forces Applied by a Novel Gentlefile® System for Root Canal Preparation in Simulated Root Canals. Journal Of Endodontics [serial on the Internet]. (2016, Mar), [cited April 4, 2016]; 42(3): 505.
- 38-De Carvalho, G., Sponchiado Junior, E., Garrido, A., Lia, R., Roberti Garcia, L. and Franco Marques, A. (2015). Apical Transportation, Centering Ability, and Cleaning Effectiveness of Reciprocating Single-

file System Associated with Different Glide Path Techniques. *Journal of Endodontics*, 41(12), pp.2045-2049.

39-Gambill JM, Alder M, Del Río CE. Comparison of nickeltitanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *Journal of Endodontics* 1996; 22: 369-375.

40-Barbosa-Ribeiro M, Albergaria S, Malvar M, Crusoé-Rebello I, Gomes B, Carvalho F. Canal transportation and centering ability of curved root canals prepared using rotary and reciprocating systems. *Braz J Oral Sci.* 2015;14(3):214-218.

41-Agarwal R. Comparative Analysis of Canal Centering Ability of Different Single File Systems Using Cone Beam Computed Tomography- An In-Vitro Study. *JCDR.* 2015.

42-Capar I, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas E. Basic Research: Comparative Study of Different Novel Nickel-Titanium Rotary Systems for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals. *Journal Of Endodontics* [serial on the Internet]. (2014, June 1)

43- Liu W, Wu B. Basic Research: Root Canal Surface Strain and Canal Center Transportation Induced by 3 Different Nickel-Titanium Rotary Instrument Systems. *Journal Of Endodontics* [serial on the Internet]. (2016, Feb 1)




- 44- Berutti E, Alovise M, Pastorelli M, Chiandussi G, Scotti N, Pasqualini D.
Energy consumption of ProTaper Next® X1 after glide path with
PathFiles and ProGlider. J Endod. 2014; 12: 2015-8.
- 45- Escobar A, Henao A, Saavedra J, Serpa MF, Gutiérrez J.
Transportación y centricidad en conductos curvos con ProTaper Next®
y PathFile. Univ Odontol. 2015 Jul-Dic; 34(73): 37-46.
- 46- Pasqualini D, Bianchi C, Paolino D, Mancini L, Cemenasco A, Berutti
E, et al. Basic Research: Computed Micro-Tomographic Evaluation of
Glide Path with Nickel-Titanium Rotary PathFile in Maxillary First
Molars Curved Canals. Journal Of Endodontics. (2012, Mar 1); 38:389-
393. Available from: ScienceDirect.

Anexo 1

Clasificaciones del Sistema de conducto radiculares.

Clasificación de Weine

Weine clasifico los sistemas de conductos en cuatro tipos básicos que observan en la tabla a continuación:

Tipo I	Conducto único desde la cámara pulpar hasta el foramen apical.	
Tipo II	Desde la cámara pulpar emergen dos conductos separados, para luego fusionarse y formar un solo conducto en apical.	
Tipo III	Emergen dos conductos desde la cámara y se mantienen así hasta su emergencia en apical	








Tipo IV	Un único conducto emerge desde la cámara y termina en dos conductos en apical	
---------	---	---

Tabla 1: Descripción y representación de la clasificación de Waine.: Cohen SHargreaves K. Cohen vías de la pulpa. Barcelona: Elsevier; 2011.

Clasificación de Vertucci

Vertucci observó configuraciones mucho más complejas encasillándolos en ocho tipos de configuración del sistema de conductos radiculares que se presentan en la tabla a continuación:

Tipo I	Un conducto único emerge desde la cámara pulpar hasta el ápice	 Tipo I
Tipo II	Dos conductos separados emergen desde la cámara pulpar y se unen cerca del 1/3 apical para formar un conducto	 Tipo II

Tipo III	Un conducto sale desde la cámara y en la raíz se dividen en dos para luego volver a unirse y formar nuevamente un conducto	 <p>Tipo III</p>
Tipo IV	Dos conductos distintos emergen desde la cámara y se mantienen así hasta el ápice	 <p>Tipo IV</p>
Tipo V	Un conducto sale desde la cámara, para luego cerca el ápice dividirse en dos	 <p>Tipo V</p>
Tipo VI	Dos conductos separados salen de la cámara, se unen en el cuerpo de la raíz y vuelven a dividirse cerca del ápice para salir como 2 conductos distintos	 <p>Tipo VI</p>



Tipo VII	Un conducto sale de la cámara, se divide y después vuelve a unirse en el cuerpo de la raíz, finalmente vuelve a dividirse en dos, cerca del ápice	 <p>Tipo VII</p>
Tipo VIII	Tres conductos distintos y separados salen de la cámara y se mantienen así hasta el ápice	 <p>Tipo VIII</p>

Tabla 2: Descripción y representación de la clasificación de Vertucci. F:

Cohen SHargreaves K. Cohen vías de la pulpa. Barcelona: Elsevier; 2011.

Anexo 2

Divisiones conducto radicular

- **Conducto lateral:** surge desde el conducto principal y se dirige lateralmente casi perpendicular a él, hasta el espacio periodontal en el cual desemboca.
- **Conducto colateral:** emerge desde el conducto principal, ligeramente paralelo a él, recorriendo la raíz hasta un pequeño agujero individual. Este conducto tendrá un diámetro menor en relación al principal.
- **Conducto secundario:** deriva desde el conducto principal y se dirige oblicuamente hacia el espacio del ligamento periodontal en donde termina.
- **Conducto accesorio:** es el conducto que va a derivar desde un conducto secundario y desemboca individualmente.
- **Conducto intercurrente:** es un conducto de diámetro pequeño y número variable, este comunica a un conducto principal con otro similar o con uno colateral.

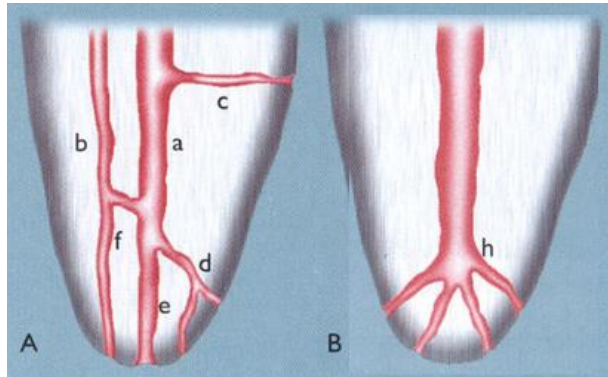


Figura 4:

A) a) conducto principal, b) conducto colateral, c) conducto lateral, d) conducto secundario, f) conducto intercurrente, e) conducto

accesorio.

B) h) delta apical.

Cohen SHargreaves K. Cohen vías de la pulpa. Barcelona: Elsevier; 2011.

Anexo 3

Ficha Técnica Sistema ProTaper Next®

Indicaciones de uso por el fabricante:

Los instrumentos ProTaper Next® se utilizan en los tratamientos endodonticos para la limpieza y conformación de los conductos radiculares. Estos instrumentos solo deben ser utilizados en clínicas por profesionales calificados.

Contraindicaciones de uso por el fabricante:

Al igual que todos los sistemas mecanizados para la preparación de conductos radiculares, los instrumentos ProTaper Next® no deberían utilizarse en aquellos casos que presenten curvaturas apicales severas.

Protocolo de uso según fabricante:

1. Preparar un acceso en línea recta al orificio de entrada del conducto.
2. Explorar el conducto utilizando limas manuales pequeñas, determinar la longitud de trabajo, verificar que haya una permeabilidad suave, reproducible.
3. Irrigar siempre y, si es necesario, aumentar la permeabilidad utilizando limas manuales pequeñas o limas para permeabilidad mecanizadas específicas.

4. Ante la presencia de NaOCl, instrumentar progresivamente con movimiento de cepillado contra las paredes a lo largo del conducto con la lima ProTaper Next® X1 (017/04), en una o más movimientos, hasta alcanzar la longitud de trabajo.

5. Utilizar una ProTaper Next® X2 (025/06), exactamente como se describió para la lima ProTaper Next® X1, hasta alcanzar pasivamente la longitud de trabajo.

6. Examinar las espiras apicales de la lima ProTaper Next® X2. Si están cargadas de dentina, se ha acabado con la conformación; luego, se debe introducir un cono maestro de gutapercha del tamaño adecuado o el verificador de tamaño y el conducto está listo para la desinfección.

7. Si no, calibrar el tamaño del foramen con una lima manual número 025 y, si la lima ofrece resistencia al alcanzar la longitud de trabajo, el conducto ya está conformado, listo para la desinfección.

8. Si la lima manual número 025 queda suelta al alcanzar dicha longitud, continuar con lima ProTaper Next® (30/07) y, si es necesario, la ProTaper Next® X4 (040/06) o la ProTaper Next® X5 (050/06), calibrando, después de utilizar cada instrumento, con las limas manuales número 030, 040 o 050, respectivamente.

Durante el protocolo de uso, irrigar y volver a utilizar una lima manual pequeña después de cada instrumento ProTaper Next® de la secuencia y volver a irrigar.

Precauciones de uso según el fabricante:

- Las limas ProTaper Next® son instrumentos de un solo uso. Después de muchos usos pueden resultar menos eficaces, provocando esfuerzos inadecuados en la lima. Esto puede hacer que la lima se fracture.
- Utilizar cuidadosamente en el área apical y alrededor de curvaturas muy pronunciadas • Por su propia seguridad, utilice equipo de protección personal (guantes, gafas, mascarilla).
- Estos instrumentos no deben sumergirse en una solución de hipoclorito de sodio
- Irrigar el conducto en forma abundante y frecuente durante el procedimiento de conformación. • Se recomiendan lubricantes como NaOCl, EDTA, ProLube, Glyde™
- Crear una permeabilidad reproducible del conducto utilizando limas manuales pequeñas y/o limas mecanizadas específicas para permeabilidad. Utilizar a una velocidad de rotación constante de 300 rpm con una ligera presión apical.
- Para un uso óptimo se recomienda usar motores con control de torque a 2Ncm (ajustable hasta 5.2 Ncm según la experiencia del profesional)
- Limpiar las espiras con frecuencia y observar si aparecen signos de alteración o desgaste.

- Se recomienda utilizar los instrumentos ProTaper Next® con un movimiento de cepillado, fuera de las concavidades radiculares externas, para facilitar la limpieza de las espiras y el avance de la lima apical.
- Utilizar las limas ProTaper Next® para avanzar pasivamente por el conducto hasta llegar a la longitud de trabajo.

Anexo 4:

Ficha técnica Sistema Gentlefile®

Indicaciones de uso por el fabricante:

Indicado para la preparación y conformación del conducto radicular.

Contraindicaciones de uso por el fabricante:

Ninguna.

Protocolo de uso según fabricante:

- Obtenga una línea de acceso recta al conducto radicular después de un procedimiento standard (fresas redondas y fresas Gates Glidden).
- Examine el conducto radicular con una lima manual pequeña para evaluar anatomía y medir la longitud de trabajo mediante localizador apical electrónico.
- Asegure la lima Gentlefile® en la pieza de mano.
- Introduzca la lima Gentlefile® en el conducto radicular y active la pieza de mano con el botón de encendido/apagado.
- Realice movimientos verticales de entrada y salida con leve presión apical. Deténganse después de 3 a 5 movimientos en no más de 5 segundos y repita.
- Irrigue y permeabilice el conducto con una lima K 10-15 o superior.

- Repita el proceso con la siguiente lima Gentlefile®.
- La secuencia de trabajo recomendada es comenzar por lima coronal de color gris hasta el tercio apical del conducto. Luego proceder de la limas más grande a la más pequeña hasta alcanzar la longitud de trabajo.

Precauciones de uso según el fabricante:

- Este sistema debe ser utilizado por dentistas calificados o especialistas en endodoncia solamente.
- No guarde ni vuelva a utilizar el mismo sistema de limas. El sistema de limas está diseñado para un solo uso. Múltiples usos, esterilización, pueden provocar un mal funcionamiento y fractura de las limas.
- Esterilizar las limas antes de su uso.
- La pieza de mano no está diseñada para resistir a la autoclave.
- No utilizar la pieza de mano a alturas superiores a los 4000 metros.
- No utilizar la pieza de mano durante un periodo continuo mayor a 15 segundos.
- Utilice únicamente el sistema de limas de Gentlefile® en la pieza de mano.
- No utilice la pieza de mano si la luz indicadora de batería parpadea.
- Cargue la pieza de mano cuando no esté en uso, y desconéctela antes de usarla.

Anexo 5:

H₀: La preparación biomecánica realizada con el Sistema Rotatorio Gentlefile posee igual desgaste dentinario que el Sistema Rotatorio ProTaper Next.

H₁: La preparación biomecánica realizada con el Sistema Rotatorio Gentlefile posee menor desgaste dentinario que el Sistema Rotatorio ProTaper Next.

Anexo 6:

H₀: La preparación biomecánica realizada con el Sistema Rotatorio Gentlefile posee igual transportación que el Sistema Rotatorio ProTaper Next.

H₁: La preparación biomecánica realizada con el Sistema Rotatorio Gentlefile posee menor transportación que el Sistema Rotatorio ProTaper Next.

Anexo 7:

H₀: La preparación biomecánica realizada con el Sistema Rotatorio Gentlefile posee igual centricidad que el Sistema Rotatorio ProTaper Next.

H₁: La preparación biomecánica realizada con el Sistema Rotatorio Gentlefile posee mayor centricidad que el Sistema Rotatorio ProTaper Next.